

**PATENT APPLICATION**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re the Application of *St 6*

Kenji NISHI

Application No.: 09/782,062

Filed: February 14, 2001

Docket No.: 108601

EXPOSURE METHOD, EXPOSURE APPARATUS, AND METHOD FOR PRODUCING  
DEVICE

**CLAIM FOR PRIORITY**

Director of the U.S. Patent and Trademark Office  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2000-041435 filed February 15, 2000; and  
Japanese Patent Application No. 2001-027940 filed February 5, 2001.

In support of this claim, certified copies of said original foreign applications:

X are filed herewith.

       were filed on        in Parent Application No.        filed       .

       will be filed at a later date.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of these documents.

Respectfully submitted,



James A. Oliff  
Registration No. 27,075

Thomas J. Pardini  
Registration No. 30,411

JAO:TJP/jag

Date: April 23, 2001

OLIFF & BERRIDGE, PLC  
P.O. Box 19928  
Alexandria, Virginia 22320  
Telephone: (703) 836-6400

**DEPOSIT ACCOUNT USE  
AUTHORIZATION**  
Please grant any extension  
necessary for entry;  
Charge any fee due to our  
Deposit Account No. 15-0461

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

IN10012US

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

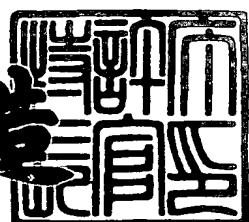
出願年月日 Date of Application: APR 13 2001  
2000年 2月 15 日

出願番号 Application Number: 特願 2000-041435

出願人 Applicant (s): 株式会社ニコン

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特 2000-3094073

【書類名】 特許願  
【整理番号】 99-01098  
【提出日】 平成12年 2月15日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 21/027  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン  
内  
【氏名】 西 健爾  
【特許出願人】  
【識別番号】 000004112  
【氏名又は名称】 株式会社ニコン  
【代表者】 吉田 庄一郎  
【代理人】  
【識別番号】 100098165  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 大森 聰  
【電話番号】 044-900-8346  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 019840  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9115388  
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 露光方法及び装置、並びにデバイス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 露光ビームで第1物体を介して第2物体を露光する露光方法において、

所定の気密性を有するステージ室内に前記第1物体又は第2物体よりなる被露光体を移動する可動ステージを配置しておき、

前記被露光体を前記ステージ室内に搬入した後、前記可動ステージに対する前記被露光体の位置合わせを行い、

前記被露光体を前記可動ステージに設置した後、前記被露光体の露光位置に対する位置合わせを行うことを特徴とする露光方法。

【請求項2】 前記被露光体を前記ステージ室内に搬入する搬送系が所定の気密室を有する搬送室内に配置され、

前記ステージ室と前記搬送室との間の空間が外気から実質的に隔離され、

前記ステージ室及び前記搬送室内に前記露光ビームを透過する気体が供給され

前記ステージ室内に比べて前記搬送室内での前記気体に対する不純物の濃度の許容値が高くなるように管理されることを特徴とする請求項1記載の露光方法。

【請求項3】 露光ビームで被露光体を露光する露光方法において、

前記被露光体を搬送する途中で外形基準で前記被露光体の搬送系に対する位置合わせを行い、

その後に位置決め用の可動ステージ上に前記被露光体を載置する際に、外形基準で前記被露光体の前記可動ステージに対する位置合わせを行い、

その後に前記可動ステージ上の前記被露光体に対して、前記被露光体上の位置合わせ用マークを基準として位置合わせを行うことを特徴とする露光方法。

【請求項4】 前記被露光体はマスクパターンが転写される基板であり、

前記被露光体の前記搬送系に対する位置合わせと、前記被露光体の前記可動ステージに対する位置合わせとの間に、前記被露光体の温度調整を行うことを特徴とする請求項3記載の露光方法。

【請求項5】 露光ビームで第1物体を介して第2物体を露光する露光装置において、

前記第1物体又は前記第2物体よりなる被露光体を移動する可動ステージと、該可動ステージを収納するステージ室と、該ステージ室内に前記被露光体を搬送する搬送系と、前記ステージ室内で前記可動ステージに対する前記被露光体の位置合わせを行う第1アライメント系と、前記可動ステージに設置された前記被露光体の露光位置への位置合わせを行う第2アライメント系とを有することを特徴とする露光装置。

【請求項6】 前記第1アライメント系は、前記被露光体の外形の位置情報を検出する外形検出系を含み、

前記第2アライメント系は、前記被露光体上の位置合わせ用マークの位置情報を検出するマーク検出系を含むことを特徴とする請求項5記載の露光装置。

【請求項7】 前記搬送系は、外形基準で前記被露光体の位置合わせを行う第3アライメント系を含むことを特徴とする請求項5又は6記載の露光装置。

【請求項8】 前記搬送系による前記被露光体の搬送経路上に前記被露光体の温度制御を行う温度制御系を配置したことを特徴とする請求項5記載の露光装置。

【請求項9】 前記第1アライメント系は、搬入用の第1アームと搬出用の第2アームとを更に備え、

前記第1及び第2アームは、それぞれ前記可動ステージの移動方向にスライド自在な保持部を有することを特徴とする請求項5、6、又は7記載の露光装置。

【請求項10】 前記可動ステージは、前記被露光体としての第1基板を移動する第1可動ステージと、前記被露光体としての第2基板を移動する第2可動ステージとを有し、

前記第1及び第2アライメント系はそれぞれ前記第1及び第2可動ステージに対応して2組設けられたことを特徴とする請求項5又は6記載の露光装置。

【請求項11】 前記搬送系を収納する搬送室と、

前記ステージ室と前記搬送室との間の空間を外気から実質的に隔離する可撓性を有する被覆部材と、

前記ステージ室及び前記搬送室内に前記露光ビームを透過する気体を供給する気体供給装置と

を有することを特徴とする請求項5～10の何れか一項記載の露光装置。

【請求項12】 露光ビームで第1物体を介して第2物体を露光する露光方法において、

位置決め用の可動ステージ上に前記第2物体を搬送する途中で、前記第2物体の搬送系に対する位置決めを行うことを特徴とする露光方法。

【請求項13】 露光ビームで第1物体を介して第2物体を露光する露光装置において、

前記第2物体の位置決めを行う可動ステージと、

該可動ステージ上に前記第2物体を搬送する搬送系とを有し、

前記搬送系は、

外部から前記第2物体を取り込むために2以上の変位の自由度を有するハンドリング機構と、

該ハンドリング機構に保持されている前記第2物体の外形の位置情報を検出する外形検出系と、

前記ハンドリング機構から受け渡された前記第2物体を前記可動ステージの方向に向けて搬送するために1以上の変位の自由度を有するアーム機構とを有することを特徴とする露光装置。

【請求項14】 前記ハンドリング機構は、回転台と、該回転台上に回転自在に固定された第1ハンド部材と、該第1ハンド部材の先端部に回転自在に設けられて先端部に前記第2物体が保持される第2ハンド部材とを有し、

前記アーム機構は、前記第2物体を保持するアーム部材と、該アーム部材を前記可動ステージの方向に駆動する駆動装置とを有することを特徴とする請求項13記載の露光装置。

【請求項15】 前記ハンドリング機構から受け渡された前記第2物体の温度調整を行う温度制御系を更に設けたことを特徴とする請求項13又は14記載

の露光装置。

【請求項16】 前記可動ステージを気密性を有するステージ室内に収納し、前記ハンドリング機構を気密性を有する第1搬送室内に収納し、前記アーム機構を気密性を有する第2搬送室内に収納し、

前記第1搬送室と前記第2物体の搬送ラインとの間、前記第1搬送室と前記第2搬送室との間、及び前記第2搬送室と前記ステージ室との間にそれぞれ開閉自在の開口を設けたことを特徴とする請求項13、14、又は15記載の露光装置

【請求項17】 露光ビームで第1物体を介して第2物体を露光する露光方法において、

露光位置を含む第1領域で前記第2物体としての第1基板の位置計測及び露光を行うのと並行して、アライメント位置を含む第2領域で前記第2物体としての第2基板の位置計測を行った後、

前記第1基板と前記第2基板とを交換するように前記第1領域に前記第2基板を移動して、該第2基板の位置計測及び露光を行うことを特徴とする露光方法。

【請求項18】 露光ビームで第1物体を介して第2物体を露光する露光装置において、

前記第2物体としての第1基板が載置される第1可動ステージと、

前記第2物体としての第2基板が載置される第2可動ステージと、

露光位置を含む第1領域で前記第1可動ステージ又は前記第2可動ステージの位置計測を行う第1計測系と、

前記第1領域で前記第1可動ステージ又は前記第2可動ステージの駆動を行う第1駆動系と、

アライメント位置を含む第2領域で前記第1可動ステージ又は前記第2可動ステージの位置計測を行う第2計測系と、

前記第2領域で前記第1可動ステージ又は前記第2可動ステージの駆動を行う第2駆動系と、

前記第1駆動系と前記第2駆動系との間で前記第1可動ステージの少なくとも一部と前記第2可動ステージの少なくとも一部との交換を行うステージ交換系と

を有することを特徴とする露光装置。

【請求項19】 前記第1物体のパターンの像を前記第2物体上に投影する投影系と、前記第2物体上の位置合わせ用マークの位置を検出するマーク検出系とを備え、

前記第1計測系は前記投影系を基準として計測対象の可動ステージの位置計測を行い、

前記第2計測系は前記マーク検出系を基準として計測対象の可動ステージの位置計測を行うことを特徴とする請求項18記載の露光装置。

【請求項20】 前記第2計測系は、前記投影系と前記マーク検出系との間から計測対象の可動ステージに計測ビームを照射する干渉計を含むことを特徴とする請求項19記載の露光装置。

【請求項21】 露光ビームで第1物体を介して第2物体を露光する露光装置において、

前記第2物体の位置決めを行う可動ステージと、

前記第1物体のパターンの像を前記第2物体上に投影する投影系と、

前記第2物体上の位置合わせ用マークの位置を検出するマーク検出系と、

該マーク検出系に一体的に配置されて、所定の参照部材を基準として前記可動ステージの所定方向の位置を計測する第1計測系と  
を有することを特徴とする露光装置。

【請求項22】 前記所定の参照部材は前記投影系であり、

前記マーク検出系に一体的に配置されて、前記マーク検出系を基準として前記所定方向に交差する方向の前記可動ステージの位置を計測する第2計測系が設けられたことを特徴とする請求項21記載の露光装置。

【請求項23】 前記可動ステージは、前記第2物体としての第1基板を移動する第1可動ステージと、前記第2物体としての第2基板を移動する第2可動ステージとを有し、

前記マーク検出系及び前記第1計測系はそれぞれ前記第1及び第2可動ステージに対応して2組設けられたことを特徴とする請求項21又は22記載の露光装置。

【請求項24】 露光ビームで第1物体及び投影系を介して第2物体を露光する露光装置において、

1個又は複数個の防振台を介して支持されるベース部材と、  
該ベース部材上に移動自在に載置されて前記第1物体を駆動する可動ステージと、

該可動ステージのガイド面と前記投影系との相対変位を検出する検出系とを有し、前記検出系の検出結果に基づいて前記防振台を制御することを特徴とする露光装置。

【請求項25】 露光ビームで第1物体及び投影系を介して第2物体を露光する露光装置において、

ベース部材と、  
該ベース部材上に移動自在に載置されて前記第2物体を駆動する可動ステージと、

該可動ステージを収納するステージ室と、  
前記ベース部材上に1個又は複数個の防振台を介して配置されて前記投影系を支持する支持板と、  
該ステージ室と前記投影系との相対変位を検出する検出系とを有し、前記検出系の検出結果に基づいて前記防振台を制御することを特徴とする露光装置。

【請求項26】 露光ビームで第1物体及び投影系を介して第2物体を露光する露光装置において、

前記第1物体又は前記第2物体を駆動する可動ステージと、  
前記可動ステージを収納する気密室と、  
該気密室に少なくとも一部が設けられ、前記可動ステージの位置情報又は速度情報を検出する第1干渉計と、  
該第1干渉計の前記気密室に設けられた部分と前記投影系との変位を検出する第2干渉計と  
を有することを特徴とする露光装置。

【請求項27】 請求項1～4、12、17の何れか一項記載の露光方法を用いてマスクパターンをワークピース上に転写する工程を含むデバイス製造方法

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば半導体素子、液晶表示素子、プラズマディスプレイ素子又は薄膜磁気ヘッド等のデバイスを製造するためのリソグラフィ工程でマスクパターンを基板上に転写する際に使用される露光方法及び装置、並びにこれらに関連する技術に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

半導体素子等を製造する際に使用される一括露光型（ステッパー型）、又は走査露光型（ステップ・アンド・スキャン方式等）の露光装置には高い露光精度が要求されている。そのため、露光装置において、マスクとしてのレチクルを位置決めするレチクルステージ系、及び基板としてのウエハを2次元移動するウエハステージ系には、それぞれ高精度な位置決め、又は高精度な走査ができるような構成が採用されている。そして、従来のレチクルステージ系及びウエハステージ系は、所定のフレーム機構に対して順次直接組み上げられていた。

## 【0003】

また、最近の露光装置においては、解像度を更に高めるために露光ビームとして、KrFエキシマレーザ（波長248nm）よりも短波長のArFエキシマレーザ（波長193nm）が使用されつつあると共に、更に短波長のF<sub>2</sub>レーザ光（波長157nm）等の使用も検討されている。ところが、これらの波長200nm以下程度の真空紫外光（UV光）は、通常の空気（特に酸素）による吸収率が高いため、その真空紫外光を露光ビームとして使用する場合には、各ステージ系をそれぞれステージ室（サブチャンバ）によって密閉し、これらのステージ室内に窒素ガスやヘリウムガスのような真空紫外光に対して高透過率の気体を供給するか、更にはそれらのステージ室の内部の露光ビームの光路をほぼ真空にする必要がある。これは投影光学系の内部の隣り合うレンズの間の空間についても同様である。そこで、真空紫外光を露光ビームとして使用する露光装置では、フ

レーム機構に対して投影光学系を装着して、更には各ステージ系を順次組み上げた後に、各ステージ系を気密性を保って囲むように対応するステージ室を装着する必要がある。

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上記の如く例えば真空紫外光を露光ビームとして使用する露光装置は、フレーム機構に対して順次投影光学系や各ステージ系を組み上げた後に、気密性を保つためのステージ室を装着することで組み上げられる。しかしながら、このように一つのフレーム機構に対して順次各ステージ系やステージ室等を組み上げていく方法では、組立調整に時間を要すると共に、各ステージ系と投影光学系との間の相対位置の調整等に長い時間を要するため、露光装置の製造コストが上昇するという不都合があった。また、そのように順次各ステージ系や各ステージ室等を組み上げていく方法では、露光装置のメンテナンスを行う場合にも調整工程が複雑化して、メンテナンスの時間及びコストが増大するという不都合があった。

#### 【0005】

更に、各ステージ室等の中に露光ビームに対して高透過率の気体を供給する構成で、露光装置の組立調整を容易にする場合に、その高透過率の気体の漏れ量が多くなり、露光ビームの光路上でのその気体の濃度が低下して、被露光基板上の露光ビームの強度が低下する恐れがある。また、その高透過率の気体が例えばヘリウムガスのように高価な気体であるときには、運転コストを抑えるためでできるだけその気体を有効に利用する必要がある。

#### 【0006】

更に、例えばヘリウムガスを露光ビームの光路に供給する場合には、ヘリウムガスと外気（空気）とでは屈折率が比較的大きく異なるため、その露光ビームの光路上での外気の混入率が変化すると、ステージ系の位置計測用のレーザ干渉計の計測精度が低下する恐れもある。そこで、露光装置の組立調整を容易にした場合にも、露光ビームの光路に対しては十分な気密性が要求される。

#### 【0007】

また、露光装置の組立調整を容易にする場合にも、露光装置の設置面積（フッ

トプリント)を小さくするためには、各ステージ系等をできるだけ小型化できることが望ましい。

本発明は斯かる点に鑑み、ステージ系等の組立調整の容易な露光方法及び装置を提供することを第1の目的とする。

#### 【0008】

更に本発明は、ステージ系等の組立調整が容易であると共に、露光ビームの光路の少なくとも一部にその露光ビームを透過する気体を供給する場合に、その気体を有効利用して、その光路でのその気体の濃度を高く維持できる(気密性を高く維持できる)露光方法及び装置を提供することを第2の目的とする。

また、本発明は、ステージ系等の組立調整が容易で、ステージ系等を小型化できることと共に、可動部等の位置を正確に計測できる露光方法及び装置を提供することを第3の目的とする。

#### 【0009】

更に本発明は、そのような露光方法を用いて低コストで、又は高いスループットで各種デバイスを製造できるデバイス製造方法を提供することも目的とする。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明による第1の露光方法は、露光ビームで第1物体(R1)を介して第2物体(W1)を露光する露光方法において、所定の気密性を有するステージ室(38)内にその第1物体又は第2物体よりなる被露光体を移動する可動ステージ(40A, 40B)を配置しておき、その被露光体をそのステージ室内に搬入した後、その可動ステージに対するその被露光体の位置決めを行い、その被露光体をその可動ステージに設置した後、その被露光体の露光位置に対する位置決めを行うものである。

#### 【0011】

斯かる本発明によれば、そのステージ室及びこの内部に収納される可動ステージは、例えばモジュール方式で容易に組み立てることができる。しかしながら、この構成ではその可動ステージと、その外部に設置される搬送系との位置関係が

目標とする位置関係から比較的大きくずれる恐れがある。そこで、その搬送系からそのステージ室内に受け渡された被露光体の位置を例えば外形基準で計測し、この計測結果に基づいてその被露光体のその可動ステージに対する位置決め（プリアライメント）を行うことによって、その被露光体をその可動ステージに対してほぼ目標とする位置関係で設置することができる。この後は、その被露光体上の位置合わせ用マークの位置を検出し、この結果に基づいて露光位置、例えばマスクパターンの像の投影位置に対する位置合わせが行われる。

#### 【0012】

この場合、その被露光体をそのステージ室内に搬入する搬送系（WRDA, WEDB）が所定の気密室を有する搬送室（73）内に配置され、そのステージ室とその搬送室との間の空間が外気から実質的に隔離され、そのステージ室及びその搬送室内にその露光ビームを透過する気体が供給されて、そのステージ室内に比べてその搬送室内でのその気体に対する不純物の濃度の許容値が高くなるように管理されることが望ましい。これによって、その気体の使用効率を高めることができる。

#### 【0013】

また、本発明の第2の露光方法は、露光ビームで被露光体（R1, W1）を露光する露光方法において、その被露光体を搬送する途中で外形基準でその被露光体の搬送系に対する位置合わせを行い、その後に位置決め用の可動ステージ上にその被露光体を載置する際に、外形基準でその被露光体のその可動ステージに対する位置合わせを行い、その後にその可動ステージ上のその被露光体に対して、その被露光体上の位置合わせ用マークを基準として位置合わせを行うものである。

#### 【0014】

斯かる本発明によれば、その被露光体の搬送中、及びその可動ステージ上への設置時にそれぞれ外形基準で位置合わせ（プリアライメント）が行われる。従って、その可動ステージを例えばモジュール方式で構成した場合にも、その可動ステージに対してその被露光体をほぼ所定の位置関係でロードできる。

本発明において、その被露光体がマスクパターンが転写される感光基板である

場合に、その被露光体のその搬送系に対する位置合わせと、その被露光体のその可動ステージに対する位置合わせとの間に、その被露光体の温度調整を行うことが望ましい。例えばその可動ステージ上の1枚目の感光基板に対して露光が行われており、その搬送系上で2枚目の感光基板が待機しているような場合に、その感光基板上の感光材料の温度が次第に変化する恐れがある。この際に、その感光基板の温度を目標とする温度まで加熱又は冷却することによって、待機時間を有效地に活用できると共に、感光材料を高い分解能で使用できる。

#### 【0015】

また、本発明による第1の露光装置は、露光ビームで第1物体（R1）を介して第2物体（W1）を露光する露光装置において、その第1物体又はその第2物体よりなる被露光体を移動する可動ステージ（40A, 40B）と、この可動ステージを収納するステージ室（38）と、このステージ室内にその被露光体を搬送する搬送系（WRDA）と、そのステージ室内でその可動ステージに対するその被露光体の位置決めを行う第1アライメント系（92A）と、その可動ステージに設置されたその被露光体の露光位置への位置合わせを行う第2アライメント系（27A）とを有するものである。斯かる露光装置によって、本発明の露光方法が実施できる。

#### 【0016】

この場合、一例としてその第1アライメント系は、その被露光体の外形の位置情報を検出する外形検出系（120, 122）を含み、その第2アライメント系は、その被露光体上の位置合わせ用マークの位置情報を検出するマーク検出系（27A）を含み、その搬送系は、外形基準でその被露光体の位置決めを行う第3アライメント系（83A, 84A）を含むものである。

#### 【0017】

また、その第1アライメント系は、搬入用の第1アーム（116）と搬出用の第2アーム（124）とを更に備え、その第1及び第2アームは、それぞれその可動ステージの移動方向にスライド自在な保持部（118a, 126a）を有することが望ましい。その被露光体がその第2物体である場合に、その可動ステージ上に第2物体を載置する際に、その第1アームを降下させてその第2物体をそ

の可動ステージ上に載置した後、その第1アームを更に僅かに降下させて、その保持部を外側にスライドさせてから、その可動ステージを移動することによって、容易にその可動ステージ上にその第2物体を載置できる。

#### 【0018】

また、その可動ステージは、その被露光体としての第1基板（W1）を移動する第1可動ステージ（40A）と、その被露光体としての第2基板（W2）を移動する第2可動ステージ（40B）とを有し、その第1及び第2アライメント系はそれぞれその第1及び第2可動ステージに対応して2組設けられることが望ましい。このようにダブル・ステージ構成とすることによって、露光工程のスループットを高めることができる。

#### 【0019】

また、その搬送系を収納する搬送室（70）と、そのステージ室（38）とその搬送室（70）との間の空間を外気から実質的に隔離する可撓性を有する被覆部材（18F, 18G）と、そのステージ室及びその搬送室内にその露光ビームを透過する気体を供給する気体供給装置（4～6）とを有することが望ましい。

次に、本発明の第3の露光方法は、露光ビームで第1物体（R1）を介して第2物体（W1）を露光する露光方法において、位置決め用の可動ステージ（40A）上にその第2物体を搬送する途中で、その第2物体の搬送系（WRDA）に対する位置決めを行うものである。斯かる本発明によれば、例えば露光のためにその第2物体の移動を行う可動ステージ（40A）をモジュール方式で組み立てる場合に、その可動ステージとその搬送系との位置関係が比較的大きくずれても、その第2物体はその搬送系に対して比較的高精度に位置決めされる。従って、その第2物体を全体としてほぼ正確な位置関係でその可動ステージ側に受け渡すことができる。

#### 【0020】

また、本発明の第2の露光装置は、露光ビームで第1物体（R1）を介して第2物体（W1）を露光する露光装置において、その第2物体の位置決めを行う可動ステージ（40A）と、この可動ステージ上にその第2物体を搬送する搬送系（WRDA）とを有し、その搬送系は、外部からその第2物体を取り込むために

2以上の変位の自由度を有するハンドリング機構（79A）と、このハンドリング機構に保持されているその第2物体の外形の位置情報を検出する外形検出系（83A, 84A）と、そのハンドリング機構から受け渡されたその第2物体をその可動ステージの方向に向けて搬送するために1以上の変位の自由度を有するアーム機構（77A, 86A）とを有するものである。これによって、本発明の第3の露光方法を実施できる。

#### 【0021】

この場合、一例としてそのハンドリング機構は、回転台（82）と、この回転台上に回転自在に固定された第1ハンド部材（81）と、この第1ハンド部材の先端部に回転自在に設けられて先端部にその第2物体が保持される第2ハンド部材（80）とを有し、そのアーム機構は、その第2物体を保持するアーム部材（77A）と、このアーム部材をその可動ステージの方向に駆動する駆動装置（86A）とを有するものである。

#### 【0022】

また、その可動ステージを気密性を有するステージ室（38）内に収納し、そのハンドリング機構を気密性を有する第1搬送室（73）内に収納し、そのアーム機構を気密性を有する第2搬送室（72A）内に収納し、その第1搬送室とその第2物体の搬送ラインとの間、その第1搬送室とその第2搬送室との間、及びその第2搬送室とそのステージ室との間にそれぞれ開閉自在の開口を設けることが望ましい。

#### 【0023】

次に、本発明の第4の露光方法は、露光ビームで第1物体（R1）を介して第2物体（W2）を露光する露光方法において、露光位置を含む第1領域でその第2物体としての第1基板（W1）の位置計測及び露光を行うのと並行して、アライメント位置を含む第2領域でその第2物体としての第2基板（W2）の位置計測を行った後、その第1基板とその第2基板とを交換するようにその第1領域にその第2基板を移動して、この第2基板の位置計測及び露光を行うものである。

#### 【0024】

斯かる本発明によれば、その第1基板及び第2基板の移動は、例えばモジュー

ル方式で組み立てたステージ系で行うことができる。この際に、その第1基板とその第2基板とを交換して露光を行う方式とすることによって、ステージ系を小型化してフットプリント（設置面積）を小さくできる。

また、本発明の第3の露光装置は、露光ビームで第1物体（R1）を介して第2物体を露光する露光装置において、その第2物体としての第1基板（W1）が載置される第1可動ステージ（40A）と、その第2物体としての第2基板（W2）が載置される第2可動ステージ（40B）と、露光位置を含む第1領域でその第1可動ステージ又はその第2可動ステージの位置計測を行う第1計測系（144A, 144B）と、その第1領域でその第1可動ステージ又はその第2可動ステージの駆動を行う第1駆動系（145A, 146A, 147A）と、アライメント位置を含む第2領域でその第1可動ステージ又はその第2可動ステージの位置計測を行う第2計測系（144A, 144C）と、その第2領域でその第1可動ステージ又はその第2可動ステージの駆動を行う第2駆動系（145B, 146B, 147B）と、その第1駆動系とその第2駆動系との間でその第1可動ステージの少なくとも一部とその第2可動ステージの少なくとも一部との交換を行うステージ交換系（149A, 149B）とを有するものである。斯かる露光装置によれば、その第1可動ステージ（又はその第1基板の保持部）と第2可動ステージ（又はその第2基板の保持部）とを交換して、その第2基板をその露光位置に移動することによって、本発明の第4の露光方法を実施できる。

#### 【0025】

また、本発明の第4の露光装置は、露光ビームで第1物体（R1）を介して第2物体（W1）を露光する露光装置において、その第2物体の位置決めを行う可動ステージ（40A）と、その第1物体のパターンの像をその第2物体上に投影する投影系（PL）と、その第2物体上の位置合わせ用マークの位置を検出するマーク検出系（27A）と、このマーク検出系に一体的に配置されて、所定の参照部材を基準としてその可動ステージの所定方向の位置を計測する第1計測系（161A）とを有するものである。この露光装置は、例えばレーザ干渉計よりなる第1計測系をマーク検出系（27A）と一体的に配置しているため、計測システムが小型化でき、例えばモジュール方式のステージ系に容易に組み込むことが

できる。

【0026】

この場合、その参照部材は投影系（PL）であることが望ましい。これによつて、露光位置を基準としてその所定方向においてその可動ステージの位置を計測できる。

また、その可動ステージがダブル・ステージ方式である場合、そのマーク検出系及びその第1計測系は2つの可動ステージに対応して2組（27A, 27B, 161A, 161B）設けられることが望ましい。これによつて、スループットが向上する。

【0027】

次に、本発明による第5の露光装置は、露光ビームで第1物体（R1）及び投影系（PL）を介して第2物体（W1）を露光する露光装置において、1個又は複数個の防振台（34）を介して支持されるベース部材（35）と、このベース部材上に移動自在に載置されてその第1物体を駆動する可動ステージ（24）と、この可動ステージのガイド面とその投影系との相対変位を検出する検出系（55A～55C）とを有し、その検出系の検出結果に基づいてその防振台を制御するものである。斯かる露光装置によれば、その可動ステージを例えモジュール方式で組み立てた場合に、その可動ステージとその投影系との相対位置を所定の状態に維持できるため、高い露光精度（位置決め精度、重ね合わせ精度等）が得られる。

【0028】

また、本発明の第6の露光装置は、露光ビームで第1物体及び投影系を介して第2物体を露光する露光装置において、ベース部材（32, 33, 39）と、このベース部材上に移動自在に載置されてその第2物体を駆動する可動ステージ（40A, 40B）と、この可動ステージを収納するステージ室（38）と、そのベース部材上に1個又は複数個の防振台（36）を介して配置されてその投影系を支持する支持板（37）と、このステージ室とその投影系との相対変位を検出する検出系（58A～58C）とを有し、その検出系の検出結果に基づいてその防振台を制御するものである。斯かる露光装置においても、その可動ステージを

例えばモジュール方式で組み立てた場合に、その気密室、ひいてはその可動ステージとその投影系との相対位置を所定の状態に維持できるため、高い露光精度（位置決め精度、重ね合わせ精度等）が得られる。

#### 【0029】

また、本発明の第7の露光装置は、露光ビームで第1物体及び投影系を介して第2物体を露光する露光装置において、その第1物体又はその第2物体を駆動する可動ステージ（24；40A）と、その可動ステージを収納する気密室（23；38）と、この気密室に少なくとも一部が設けられ、その可動ステージの位置情報又は速度情報を検出する第1干渉計（25X；49AX）と、この第1干渉計のその気密室に設けられた部分とその投影系との変位を検出する第2干渉計（54X；57AX）とを有するものである。斯かる露光装置においても、その可動ステージを例えばモジュール方式で組み立てた場合に、その可動ステージとその投影系との相対位置を高精度に計測できるため、高い露光精度（位置決め精度、重ね合わせ精度等）が得られる。

#### 【0030】

また、本発明のデバイス製造方法は、本発明のいずれかの露光方法を用いてマスクパターン（R1, R2）をワークピース（W1, W2）上に転写する工程を含むものである。本発明によって低コスト、又は高いスループットで各種デバイスが製造できる。

#### 【0031】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態の一例につき図面を参照して説明する。本例はステップ・アンド・スキャン方式、又はステップ・アンド・スティッチ方式よりなる走査露光方式の投影露光装置に本発明を適用したものである。

図1は、本例の投影露光装置を示す正面図、図2はその投影露光装置を示す側面図であり、この図1及び図2において、一例として本例の投影露光装置の大部分は半導体製造工場の床1上のクリーンルーム内に設置され、その階下の機械室の準クリーンルーム内の床2上にその投影露光装置の露光光源3が設置されている。露光光源3としては、ArFエキシマレーザ光源（波長193nm）が使用

されるが、それ以外の  $F_2$  レーザ光源（波長 157 nm）、 $Kr_2$  レーザ光源（波長 146 nm）、YAG レーザの高調波発生装置、半導体レーザの高調波発生装置等の真空紫外光（本例では波長 200 nm 以下の光）を発生する光源も使用することができる。但し、露光光源 3 として  $KrF$  エキシマレーザ光源（波長 248 nm）や水銀ランプ（i 線等）等を使用する場合にも本発明が適用できる。

## 【0032】

本例のように露光ビームとして真空紫外光を使用する場合、真空紫外光は、通常の大気中に存在する酸素、水蒸気、炭化水素系ガス（二酸化炭素等）、有機物、及びハロゲン化物等の吸光物質（不純物）によって大きく吸収されるため、露光ビームの減衰を防止するためには、これらの吸光物質の気体の濃度を露光ビームの光路上で平均的に 10 ppm ~ 100 ppm 程度以下に抑えることが望ましい。そこで本例では、その露光ビームの光路上の気体を、露光ビームが透過する気体、即ち窒素 ( $N_2$ ) ガス、又はヘリウム (He)、ネオン (Ne)、アルゴン (Ar)、クリプトン (Kr)、キセノン (Xe)、若しくはラドン (Rn) よりなる希ガス等の露光ビームに対して高透過率で化学的に安定であると共に、吸光物質が高度に除去された気体（以下、「バージガス」とも呼ぶ。）で置換する。窒素ガス及び希ガスをまとめて不活性ガスとも呼ぶ。

## 【0033】

なお、その吸光物質（不純物）の濃度（又はその許容値）は、露光ビームの光路上に存在する吸光物質の種類に応じて異ならせてよく、例えば有機系の吸光物質の濃度を 1 ~ 10 ppm 程度以下として最も厳しく管理し、それに続いて水蒸気、及びその他の物質に順にその濃度を緩くしてもよい。

また、窒素ガスは、真空紫外域中でも波長 150 nm 程度までは露光ビームが透過する気体（バージガス）として使用することができるが、波長が 150 nm 程度以下の光に対してはほぼ吸光物質として作用するようになる。そこで、波長が 150 nm 程度以下の露光ビームに対するバージガスとしては希ガスを使用することが望ましい。また、希ガスの中では屈折率の安定性、及び高い熱伝導率等の観点より、ヘリウムガスが望ましいが、ヘリウムは高価であるため、運転コスト等を重視する場合には他の希ガスを使用してもよい。また、バージガスとして

は、単一の種類の気体を供給するだけでなく、例えば窒素とヘリウムとを所定比で混合した気体のような混合気体を供給するようにしてもよい。

## 【0034】

そして、本例では屈折率の安定性（結像特性の安定性）、及び高い熱伝導率（高い冷却効果）等を重視して、そのバージガスとしてヘリウムガスを使用するものとする。また、ヘリウムガスを使用する場合には、屈折率の揺らぎが小さくなるため、レーザ干渉計やアライメントセンサ等の各種センサの計測精度も向上する。そのため、床2上には、投影露光装置及びこれに付属する装置内の複数の気密室に対して高純度のバージガスを供給し、それらの気密室を流れた気体を回収して再利用するための気体供給装置の本体部が設置されている。更に本例では、各ステージ系で使用されるエアーベアリング（エアーパッド）で緩衝用に使用される気体としてもそのバージガスと同じ気体が使用されると共に、各ステージ系等の計測システムとして使用されるレーザ干渉計の計測ビームの光路にもそのバージガスと同じ気体が供給されている。この際に、その計測ビームの光路上の気体（バージガス）の屈折率を計測する機構が備えられており、この計測値に基づいてそのレーザ干渉計の計測値の補正が行われる。

## 【0035】

その気体供給装置の本体部は、真空ポンプを含み不純物を含むバージガスを回収する回収装置4、高純度のバージガスを蓄積する蓄積装置6、及びバージガスを温度調整して外部に供給する給気装置5等から構成されている。回収装置4は、排気管7Aを介して所望の気密室内の気体を僅かに低い気圧でほぼ定的な流れによるガスフロー制御によって吸引し、吸引された気体からバージガスを分離して、分離したバージガスを一時的に蓄積し、必要に応じてその蓄積されたバージガスを配管7Bを介して給気装置5に供給する。蓄積装置6は、この内部に高圧に圧搾されるか、又は液化して蓄積されたバージガスを必要に応じて配管7Cを介して給気装置5に供給する。給気装置5は、配管7B及び7Cを介して供給されるバージガスの温度を調整し、HEPAフィルタ(high efficiency particulate air-filter)等の除塵フィルタや微量な有機物質等を含む上記の吸光物質を除去するためのケミカルフィルタ等を含むフィルタ部によりそのバージガスから

上記の吸光物質等を除去する。そして、給気装置5は、その温度調整されて除塵されたバージガスを大気圧よりも僅かに高い気圧（陽圧）で給気管7Dを介して所望の気密室に供給する。

#### 【0036】

なお、その回収装置4で回収したバージガスは、有機系の吸光物質などの濃度を比較的緩く管理してもよい気密室、例えばレチクルローダ系やウェハローダ系が収納される気密室にのみ供給するようにして、露光ビームが通過する気密室内には常に蓄積装置6から供給される新しいバージガスを供給するようにしてもよい。これによって、バージガスの利用効率を高めた上で、各気密室毎に吸光物質の濃度をその設定濃度に精度良く制御することが可能となる。

#### 【0037】

以下、本例の投影露光装置の構成につき詳細に説明する。先ず図2において、床2上の露光光源3から射出された露光ビームとしての波長193nmのパルスレーザ光よりなる露光光（露光用の照明光）ILは、補助チャンバ8内のミラーを経て上方に反射されて、その上の床1上の第1サブチャンバ9内のビームマッチングユニット（不図示）によって光軸が調整されて第1照明系IS1に入射する。この第1照明系IS1において、露光光ILはビーム整形光学系（不図示）によって断面形状が整形されて、透過率を切り換えることができる減光フィルタ部（不図示）によってパルスエネルギーが調整されて、照度分布均一化用のオプティカル・インテグレータ（ユニフォマイザ、又はホモジナイザ）としてのフライアイレンズ10に入射する。

#### 【0038】

フライアイレンズ10の射出面は、後続の光学系によって被照明体としてのレチクルR1（又はR2）のパターン面（以下、「レチクル面」という）に対して光学的なフーリエ変換面（照明光学系の瞳面）に合致するように配置されている。この瞳面には、露光光の開口数を決定するための絞り切り換え部材11が配置され、この絞り切り換え部材11には、通常照明用の開口絞り、小さいコヒーレンスファクタ（ $\sigma$ 値）用の開口絞り、輪帯照明用の開口絞り、複数の開口を持つ変形照明用の開口絞り等からなる複数の照明系の開口絞り（ $\sigma$ 絞り）が交換自在

に配置されており、装置全体の動作を統轄制御する主制御系（不図示）の制御によって、照明条件に応じた○絞りが露光光ILの光路上に設置される。

【0039】

なお、絞り切り換え部材11の代わりに、或いはそれと組み合わせて、回折光学素子、ズームレンズ、及びアキシコン（円錐プリズム）などの光学部材の少なくとも一つをオプティカル・インテグレータ（フライアイレンズ10）よりも露光光源側に配置して、照明光学系の瞳面上での光量分布を可変とするようにしてもよい。これによって、露光光ILの利用効率を高めることができる。

【0040】

その○絞りを通過した露光光ILは、第1リレーレンズ系12を経て反射率が大きく透過率の小さいビームスプリッタ13に入射し、ビームスプリッタ13を透過した光は光電検出器よりなるインテグレータセンサ14で受光され、このインテグレータセンサ14の検出信号に基づいて、ウエハ上で適正露光エネルギーが得られるように露光光ILのパルスエネルギーが制御される。一方、ビームスプリッタ13で反射された露光光ILは、ほぼ水平に第1の照明系IS1の射出面に配置された可動視野絞り15に入射する。可動視野絞り15の配置面は、レチクル面とほぼ共役であり、この可動視野絞り15は、被露光基板としてのウエハW1（又はW2）の各ショット領域への走査露光の開始時及び終了時に、本来の回路パターン以外のパターンが露光されないように視野を開閉する役割を果たす。視野の開閉時に振動を発生する恐れのある可動視野絞り15が配置された第1照明系IS1は、露光本体部とは別体として第1サブチャンバ9内に支持されているため、露光本体部での露光精度（重ね合わせ精度、転写忠実度等）が向上する。

【0041】

なお、可動視野絞り15は、走査露光の開始時及び終了時にその視野を開閉する、即ち走査方向に関する視野の幅を変更するだけでなく、走査露光に先立ち、転写対象の回路パターンの非走査方向に関する大きさに応じて、その視野の非走査方向の幅を変更できるようにも構成されている。整形光学系（不図示）～可動視野絞り15より第1照明系IS1が構成され、第1照明系IS1は気密性の高

い箱状の第1サブチャンバ9内に収納されている。

【0042】

可動視野絞り15を通過した露光光ILは、露光本体部のフレーム機構に取り付けられた第2サブチャンバ19内の第2照明系IS2に入射する。第2照明系IS2の入射面、即ちレチクル面との共役面から所定量だけデフォーカスした面には固定視野絞り20が配置され、固定視野絞り20には、そのレチクル面での照明領域を走査方向に直交する非走査方向に細長いスリット状の領域に規定するための開口が形成されている。固定視野絞り20を通過した露光光ILは、第2照明系IS2内の第2リレーレンズ系21A、レンズ系21B、光路折り曲げ用のミラー22、及びコンデンサレンズ系21Cを経てマスクとしてのレチクルR1のパターン面の照明領域を照明する。固定視野絞り20～コンデンサレンズ系21Cより第2照明系IS2が構成され、第2照明系IS2は気密性の高い箱状の第2サブチャンバ19内に収納されている。第1照明系IS1及び第2照明系IS2より照明光学系が構成されている。なお、固定視野絞り20は、前述したレチクル面との共役面からデフォーカスした面ではなく、レチクル面から所定間隔だけ離れた面に配置するようにしてもよい。

【0043】

また、オプティカル・インテグレータとしては、フライアイレンズ10の代わりにロッドレンズ（内面反射型インテグレータ）を用いてもよく、このロッドレンズではその射出面がレチクルのパターン面と実質的に共役となる。そのため、その射出面に近接して固定視野絞り20及び可動視野絞り15の少なくとも一方を配置するようにしてもよい。

【0044】

図1において、その露光光ILのもとで、レチクルR1（又はR2）の照明領域内のパターンの像は、投影系としての投影光学系PLを介して投影倍率 $\beta$ （ $\beta$ は、1/4倍又は1/5倍等）で、感光基板（感応基板又は被露光基板）としてのフォトレジストが塗布されたウエハ（wafer）W1（又はW2）上のスリット状の露光領域に投影される。この状態でレチクルR1及びウエハW1を投影倍率 $\beta$ を速度比として所定の走査方向に同期移動することで、ウエハW1上の一つのシ

ヨット領域にレチクルR1のパターン像が転写される。レチクルR1, R2及びウエハW1, W2がそれぞれ本発明の第1物体及び第2物体に対応しており、ウエハW1, W2は例えば半導体（シリコン等）又はSOI(silicon on insulator)等の直径が200mm又は300mm等の円板状の基板である。また、レチクルR1, R2及びウエハW1, W2を共通に被覆光体とみなすことも可能である。

## 【0045】

投影光学系PLとしては、例えば特願平10-370143号、又は特願平11-66769号に開示されているように、1本の光軸に沿って複数の屈折レンズと、それぞれ光軸の近傍に開口を有する2つの凹面鏡とを配置して構成される直筒型の反射屈折系や、1本の光軸に沿って屈折レンズを配置して構成される直筒型の屈折系等を使用することができる。更に、投影光学系PLとして双筒型の反射屈折系等を使用してもよい。以下、投影光学系PLの光軸AXに平行にZ軸を取り、Z軸に垂直な平面（本例ではほぼ水平面に合致している）内で走査露光時のレチクルR1及びウエハW1の走査方向（即ち、図1の紙面に垂直な方向）に沿ってY軸を取り、非走査方向（即ち、図1の紙面に平行な方向）に沿ってX軸を取って説明する。

## 【0046】

ここで、本例のレチクルR1, R2を支持するステージ系、投影光学系PL、及びウエハW1, W2を支持するステージ系を含む露光本体部の全体の構成につき説明する。即ち、床1上にほぼ正方形の頂点に配置された4箇所の防振台31A～31D（3箇所等でもよい）を介して剛性の高い定盤32が設置され、定盤32の中央部にウエハベース39が設置され、定盤32及びウエハベース39を第1ベース部材とみなすことができる。そして、定盤32上に電気式の水準器（不図示）が設置されており、防振台31A～31Dはそれぞれエアーダンパ又は油圧式のダンパ等の大重量に耐える機械式のダンパと、ボイスコイルモータ等のアクチュエータよりなる電磁式のダンパとを含む能動型の防振装置である。一例としてその水準器で検出される定盤32の上面の水平面に対する傾斜角（2軸の回りの傾斜角）が許容範囲内に収まるように、4個の防振台31A～31D中の

電磁式のダンパが駆動され、必要に応じて機械式のダンパの空気圧又は油圧等が制御される。この場合、機械的なダンパによって、床からの高い周波数の振動は露光本体部に伝わる前に減衰され、残存している低い周波数の振動は電磁的なダンパによって減衰される。なお、その水準器の代わりに、例えば光学的に対応する部材の傾きを検出する検出器（例えばレーザ干渉計）、又は静電容量式のセンサ等を使用してもよい。

## 【0047】

定盤32の上面にほぼ正方形の頂点に位置するように4本のコラム33が固定され、4本のコラム33の上面に4箇所の防振台34を介して、中央部に露光光ILを通過する開口が設けられた支持板35が固定されている。なお、防振台34は防振台31A～31Dと同一構成（但し、耐荷重は小さい）の能動型の防振装置であり、コラム33及び防振台34、並びに防振台31A～31Dをほぼ正三角形の頂点に位置するように3箇所に配置するようにしてもよい。図2に示すように、支持板35上に第2照明系IS2が収納された第2サブチャンバ19が設置されている。

## 【0048】

図1に戻り、支持板35は第2ベース部材ともみなすことができ、その上面は平面度の極めて良好なガイド面に仕上げられ、そのガイド面上にレチクルステージ24がエアーベアリングを介して円滑に2次元的に摺動自在に載置され、レチクルステージ24上にレチクルR1が真空吸着等によって保持されている。図2に示すように、レチクルステージ24上のレチクルR1の走査方向SDに隣接する領域に別のレチクルR2が保持されており、例えば二重露光などが効率的に実行できるように構成されている。このように本例のレチクルステージ24は、ダブルホールダ方式であるが、各レチクル毎に可動ステージを用いるダブルステージ方式を採用してもよい。

## 【0049】

レチクルステージ24は、例えばレチクルR1、R2を保持する微動ステージと、これを囲む棒状の粗動ステージとから構成されており、後者の粗動ステージを不図示のリニアモータによってY方向（走査方向）に駆動し、前者の微動ステ

ージは例えば3個のアクチュエータによって粗動ステージに対してX方向、Y方向、回転方向に微動することによって、レチクルR1, R2を+Y方向又は-Y方向に所望の走査速度で高精度に駆動すると共に、同期誤差を補正することができる。この際に、レチクルステージ24は、不図示の移動部材を用いてY方向に対して運動量保存則を満たすように駆動されて、走査露光時に振動が殆ど発生しないように構成されている。また、レチクルステージ24のX方向の位置情報を検出するためにレーザ干渉計よりなるX軸のレチクル干渉計25Xが配置され、レチクルステージ24のY方向の位置情報を検出するために図2に示すようにY軸のレチクル干渉計25Yが配置されている。レチクル干渉計25X, 25Yはそれぞれ内部の参照鏡（不図示）を基準としてレチクルステージ24の位置を計測すると共に、それぞれ複数軸の干渉計を備えており、これらによってレチクルステージ24のX軸の回りの回転角（ピッキング量）、Y軸の回りの回転角（ローリング量）、及びZ軸の回りの回転角（ヨーイング量）も計測されている。

#### 【0050】

本例では、レチクルステージ24（可動ステージに対応する）、この駆動装置（不図示）、レチクル干渉計25X, 25Y等からレチクルステージ系RSTが構成され、レチクルステージ系RSTは気密性の高い箱状のレチクル室23（第1ステージ室）に覆われており、レチクル室23の上板の中央部に露光光ILを通過させる窓部が形成されている。そして、レチクル干渉計25X, 25Yによってレチクル室23に対するレチクルステージ24（レチクルR1, R2）の位置関係（X方向、Y方向への位置、及び回転角）が計測されており、レチクル干渉計25X, 25Yの一部はそれぞれレチクル室23の側面に埋め込まれている。レチクル干渉計25X, 25Yの背面にはコーナキューブ型の移動鏡が設けられている。なお、レチクル干渉計25X, 25Yはその全てのユニットがレチクル室23内に収納されていなくともよい。即ち、レチクル干渉計25X, 25Yの少なくとも一部、例えば一部の光学素子をレチクル室23に設け、その光学素子にその移動鏡を設けるようにしてもよい。これは、後述のウェハ干渉計49AX等についても同様である。

#### 【0051】

次に図1において、4本のコラム33のほぼ中間の高さの4箇所の段差部に、防振台36を介して第3ベース部材としての支持板37が固定され、支持板37に設けられたU字型の切り欠き部（不図示）に投影光学系PLがフランジ部を介して設置されている。即ち、投影光学系PLは支持板37に対して+Y方向（図2の右方向）から出し入れできるように支持されている。防振台36は防振台31A～31Dと同一構成（但し、耐荷重は小さい）の能動型の防振装置であり、コラム33を3箇所に配置する場合には、防振台36も3箇所に配置される。本例では、定盤32、ウエハベース39、コラム33、防振台34、支持板35、防振台36、及び支持板37の集合体（32～37）をフレーム機構とみなすこととする。

### 【0052】

そして、投影光学系PLの上端部及び下端部には支持板37を挟むように、リング状の第1基準板101及び第2基準板102が固定され、支持板37の上面の端部にレーザ干渉計の光源部59が設置され、この光源部59から射出された波長安定化されたレーザビーム（例えば波長633nmのHe-Neレーザビーム）が、分岐光学系60によって複数軸（本例では約11軸）の計測用のレーザビームに分岐されている。その内の第1及び第2のレーザビームは、第1基準板101にX方向に投影光学系PLを挟むように配置された干渉計ユニット55B、55Cに供給され、第3のレーザビームは第1基準板101のY方向の端部に配置された干渉計ユニット55A（図2参照）に供給されている。

### 【0053】

干渉計ユニット55A～55Cは、それぞれ内部の参照鏡とレチクル室23の底面部（支持板35の上面）に配置された平面鏡（通常の干渉計の移動鏡に対応する）26A～26Cとにレーザビームを照射する光学系と、その参照鏡及び平面鏡からの2つのレーザビームの干渉光を光電変換する光電変換部と、この光電変換部からの光電変換信号よりその参照鏡に対するその平面鏡のZ方向の変位量を例えば10nm～100nm程度の分解能で求める信号処理部とを備えており、その変位量の情報が不図示の姿勢制御系に供給されている。以下に現れる干渉計ユニットも同様に構成されている。その姿勢制御系は、その3箇所の平面鏡2

6 A～26 CのZ方向の変位よりレチクルステージ24のガイド面のZ方向への変位量、及び2軸の回り、即ちX軸及びY軸の回りの傾斜角を求め、これらの変位量及び傾斜角が許容範囲内に収まるように、4個の防振台34の電磁式のダンパの伸縮量を制御する。これによって、例えばレチクルステージ24を駆動する際の僅かな振動等によって支持板35が振動する場合に、その振動を高速に抑制することが可能となり、露光精度が向上する。

#### 【0054】

また、図1及び図2において、支持板37の上面の-X方向の端部、及び+Y方向の端部にそれぞれレーザ干渉計よりなるレチクル用のX軸の干渉計ユニット54 X、及びY軸の干渉計ユニット54 Yが設置され、これらの干渉計ユニット54 X、54 Yにも分岐光学系60で分岐された2本のレーザビームが供給されており、これらに対応して投影光学系PLのX方向及びY方向の側面に参照鏡53 X及び53 Yが固定されている。この場合、干渉計ユニット54 X、54 Yは主計測系の一部に対応しており、X軸の干渉計ユニット54 Xは、参照鏡53 Xを基準として、レチクル干渉計25 Xの背面に固定されたコーナーキューブ型の移動鏡のX方向への変位量を計測し、Y軸の干渉計ユニット54 Yは、参照鏡53 Yを基準として、レチクル干渉計25 Yの背面に固定されたコーナーキューブ型の移動鏡のY方向への変位量を計測し、計測値を不図示の主制御系に供給する。干渉計ユニット54 X、54 Yは複数軸の計測軸を有しており、主制御系は供給された計測値に基づいて、投影光学系PLを基準としてレチクル干渉計25 X、25 Y、ひいてはレチクル室23のX方向、Y方向への位置ずれ量( $\Delta X R 1$ 、 $\Delta Y R 1$ )及び回転角 $\Delta \theta R 1$ を算出する。

#### 【0055】

更に、レチクル干渉計25 X、25 Yによって計測されるレチクル室23を基準とする、レチクルステージ24(レチクルR1、R2)のX方向、Y方向への位置( $X R 1$ 、 $Y R 1$ )及び回転角 $\theta R 1$ も主制御系に供給されており、主制御系は以下の演算によって、投影光学系PLを基準としたレチクルステージ24のX方向、Y方向への位置( $X R 2$ 、 $Y R 2$ )及び回転角 $\theta R 2$ を算出する。

#### 【0056】

$$X_R 2 = X_R 1 + \Delta X_R 1, \quad Y_R 2 = Y_R 1 + \Delta Y_R 1 \quad \dots (2A)$$

$$\theta_R 2 = \theta_R 1 + \Delta \theta_R 1 \quad \dots (2B)$$

このように算出される位置 ( $X_R 2$ ,  $Y_R 2$ ) 及び回転角  $\theta_R 2$  に基づいて、主制御系はレチクルステージ24の位置及び速度を制御する。これによって、レチクルステージ24をレチクル室23内に密閉した構造でありながら、レチクルステージ24を投影光学系PLを基準として高精度に駆動することができる。

#### 【0057】

また、ウエハのアライメントを行うために、投影光学系PLの下端部の-X方向及び+X方向の側面に、マーク検出系としてのオフ・アクシス方式で結像方式のアライメントセンサ27A及び27Bが固定されている。不図示であるが、レチクルステージ24の上方には、レチクルのアライメントを行うために、レチクルアライメント顕微鏡が配置されている。レチクルアライメント顕微鏡は、レチクル室23内にその全て又は一部が配置されていてもよいが、その全てをレチクル室23の外部に配置してもよい。そして、露光光と同一波長のアライメント光を用いるときには、レチクルアライメント顕微鏡のアライメント光の全ての光路をバージガスで置換しておくことが望ましい。

#### 【0058】

なお、アライメントセンサ27A, 27Bとしては、結像方式以外に、回折格子状のマークからの回折光を検出する2光束干渉方式 (LIA方式等)、又はドット状のマークとスリットビームとを相対走査させるレーザ・ステップ・アライメント方式 (LSA方式等) 等のセンサを使用できる。

次に、図1及び図2において、定盤32上に固定されたウエハベース39の上面は平面度の極めて良好なガイド面に加工され、このガイド面に可動ステージとしての第1のウエハステージ40A及び第2のウエハステージ40Bが、それぞれエアーベアリングを介して円滑に、かつX軸ガイド部材41, 42及びY軸ガイド部材43A, 43Bに沿って2次元的に摺動自在に載置され、ウエハステージ40A及び40B上にそれぞれ第1のウエハW1及び第2のウエハW2が真空吸着等によって保持されている。ウエハステージ40A, 40Bは、例えばリニアモータ方式でY方向に連続移動すると共に、X方向及びY方向にステップ移動

する。この際に、ウエハステージ40A, 40Bは、それぞれX軸ガイド部材41, 42及びY軸ガイド部材43A, 43Bが逆方向に移動することによって、X方向、Y方向に対して運動量保存則を満たすように駆動されて、ステップ移動時及び走査露光時に振動が殆ど発生しないように構成されている。

#### 【0059】

また、ウエハステージ40A, 40B内のZレベリング機構（試料台）は、レベリング及びフォーカシングを行うためにウエハW1, W2のZ方向への変位、及び2軸の回り（即ち、X軸及びY軸の回り）の傾斜ができるように構成されている。このように本例のウエハステージは、ダブル・ウエハステージ方式である。そして、ウエハステージ40A及び40BのX方向の位置情報を検出するために、図1に示すようにレーザ干渉計よりなるX軸のウエハ干渉計49AX及び49BXが対向するように配置され、ウエハステージ40A, 40BのY方向の位置情報を検出するために、図2に示すようにY軸のウエハ干渉計50AYが配置されている。Y軸の干渉計としては実際にはX方向に所定間隔で3軸分が配置されている（詳細後述）。

#### 【0060】

ウエハ干渉計49AX, 49BX, 50AYはそれぞれ内部の参照鏡（不図示）を基準としてウエハステージ40A, 40Bの位置を計測すると共に、それぞれ複数軸の干渉計を備えており、これらによってウエハステージ40A, 40BのX軸の回りの回転角（ピッキング量）、Y軸の回りの回転角（ローリング量）、及びZ軸の回りの回転角（ヨーイング量）も計測されている。なお、レチクルステージ24及びウエハステージ40A, 40Bにおいては、アッベ誤差が生じる方向、又は計測誤差が所定の許容値を超える恐れのある方向（軸）のみでその回転角（ピッキング量又はローリング量）を計測可能としてもよい。

#### 【0061】

本例では、ウエハステージ40A, 40B、この駆動装置（X軸ガイド部材41, 42、Y軸ガイド部材43A, 43B等）、ウエハ干渉計49AX, 49BX, 50AY等からウエハステージ系WSTが構成され、ウエハステージ系WSTは気密性の高い箱状のウエハ室38（第2ステージ室）に覆われており、ウエ

ハ室38の上板の中央部の開口に投影光学系PLの先端部が差し込まれている。そして、ウエハ干渉計49AX, 49BX, 50AYによってウエハ室38に対するウエハステージ40A, 40B(ウエハW1, W2)の位置関係(X方向、Y方向への位置、及び回転角)が計測されており、ウエハ干渉計49AX, 49BX, 50AYの一部はそれぞれウエハ室38の側面に埋め込まれている。

#### 【0062】

次に図1及び図2において、分岐光学系60によって分岐された複数のレーザビームの内の第6及び第7のレーザビームは、第2基準板102にX方向に投影光学系PLを挟むように配置された干渉計ユニット58B, 58Cに供給され、第8のレーザビームは第2基準板102のY方向の端部に配置された干渉計ユニット58Aに供給されている。

#### 【0063】

これらの干渉計ユニット58A～58Cは、それぞれ内部の参照鏡に対してウエハ室38の上面に配置された平面鏡(通常の干渉計の移動鏡に対応する)のZ方向への変位量、即ちウエハステージ40A, 40Bに対する投影光学系PLのZ方向への変位量を計測し、その変位量の情報が不図示の姿勢制御系に供給されている。その姿勢制御系は、その3箇所でのZ方向の変位より投影光学系PLのZ方向への変位量、及び2軸の回り、即ちX軸及びY軸の回りの傾斜角を求め、これらの変位量及び傾斜角が許容範囲内に収まるように、4個の防振台36の電磁式のダンパの伸縮量を制御する。これによって、例えば外部からの僅かな振動によって支持板37(投影光学系PL)が振動する場合に、その振動を高速に抑制することが可能となり、露光精度が向上する。

#### 【0064】

また、図1及び図2において、支持板37の底面の±X方向の端部、及び+Y方向の端部にそれぞれレーザ干渉計よりなるウエハ用のX軸の干渉計ユニット57AX, 57BX、及びY軸の干渉計ユニット57Yが設置され、これらの干渉計ユニット57AX, 57BX, 57Yにも分岐光学系60で分岐された3本のレーザビームが供給されており、これらに対応して投影光学系PLのX方向及びY方向の側面に参照鏡56AX, 56BX及び56Yが固定されている。この場

合、干渉計ユニット57AX, 57BX, 57Yは主計測系の一部に対応しており、X軸の干渉計ユニット57AX, 57BXは、それぞれ参照鏡56AX, 56BXを基準として、ウエハ干渉計49AX, 49BXの背面に固定されたコーナーキューブ型の移動鏡のX方向への変位量を計測し、Y軸の干渉計ユニット57Yは、参照鏡56Yを基準として、ウエハ干渉計50AYの背面に固定されたコーナーキューブ型の移動鏡のY方向への変位量を計測し、計測値を不図示の主制御系に供給する。干渉計ユニット57AX, 57BX, 57Yは複数軸の計測軸を有しており、主制御系は供給された計測値に基づいて、投影光学系PLを基準としてウエハ干渉計49AX, 50AY、ひいてはウエハ室38のX方向、Y方向への位置ずれ量( $\Delta XW_1$ ,  $\Delta YW_1$ )及び回転角 $\Delta \theta W_1$ を算出する。これと並列にウエハ干渉計49BX, 50AYのX方向、Y方向への位置ずれ量( $\Delta XW_2$ ,  $\Delta YW_2$ )及び回転角 $\Delta \theta W_2$ も算出する。

#### 【0065】

更に、一方のウエハ干渉計49AX, 50AYによって計測されるウエハ室38を基準とする、第1のウエハステージ40A(ウエハW1)のX方向、Y方向への位置( $XW_1$ ,  $YW_1$ )及び回転角 $\theta W_1$ も主制御系に供給されており、主制御系は以下の演算によって、投影光学系PLを基準としたウエハステージ40AのX方向、Y方向への位置( $XW_3$ ,  $YW_3$ )及び回転角 $\theta W_3$ を算出する。

#### 【0066】

$$XW_3 = XW_1 + \Delta XW_1, \quad YW_3 = YW_1 + \Delta YW_1 \quad \cdots (3A)$$

$$\theta W_3 = \theta W_1 + \Delta \theta W_1 \quad \cdots (3B)$$

このように算出される位置( $XW_3$ ,  $YW_3$ )及び回転角 $\theta W_3$ に基づいて、主制御系はウエハステージ40Aの位置及び速度を制御する。同様に、他方のウエハ干渉計49BX, 50AYによって計測される、ウエハ室38を基準とする第2のウエハステージ40B(ウエハW2)のX方向、Y方向への位置( $XW_2$ ,  $YW_2$ )及び回転角 $\theta W_2$ を、上記の位置ずれ量( $\Delta XW_2$ ,  $\Delta YW_2$ )及び回転角 $\Delta \theta W_2$ で補正して得られる座標に基づいて、第2のウエハステージ40Bの位置及び速度が制御される。これによって、ウエハステージ40A, 40Bをウエハ室38内に密閉した構造でありながら、ウエハステージ40A, 40B

を投影光学系PLを基準として高精度に駆動することができる。

## 【0067】

更に、既に説明したようにレチクル室23内のレチクルステージ24も投影光学系PLを基準として高精度に駆動されているため、本例のレチクル室23内のレチクルステージ24と、ウエハ室38内のウエハステージ40A, 40Bとは共に投影光学系PLを基準として、即ち同一の基準に基づいて相対的な位置関係を高精度に保ちながら駆動される。これによって、レチクルR1, R2のパターン像をウエハW1, W2上に露光する際に高い露光精度（重ね合わせ精度、転写忠実度等）が得られる。また、本例のウエハステージ系WSTはダブル・ウエハステージ方式であり、例えば第1のウエハステージ40A側でウエハW1に対する走査露光中に、第2のウエハステージ40B側でウエハW2の交換及びアライメントを行うことができるため、高いスループットが得られる。

## 【0068】

なお、上記のレチクル室23の外部の干渉計ユニット54X, 54Y、及びウエハ室38の外側の干渉計ユニット57AX, 57BX, 57Y等の光路は、実際には不図示の円筒型のカバーで密閉されており、その内部にバージガスが供給されている。

また、図1の光源部59は、この光源部59からの熱が投影光学系PLに伝わるのを防止するために、断熱材を介して支持板37に設けてもよい。更に、熱の影響を低減するために、光源部59を例えば露光本体部の外部に設置してもよい。これは干渉計ユニットのレシーバ（受光素子）なども同様である。また、光源部59は一つではなく、例えばレチクル室23（レチクルステージ系RST）用とウエハ室38（ウエハステージ系WST）用とで使い分けるように2つ以上設けてもよい。

## 【0069】

また、図2において、床1上で投影露光装置の定盤32の-Y方向の側面に、外気（即ち、クリーンルーム内の空気）と同じ環境下でレチクルライブラリやウエハカセット等が配置されたインターフェース・コラム71が設置され、インターフェース・コラム71の上端部と支持板35上のレチクル室23との間に気密

性の高い箱状のレチクルローダ室87が配置され、インターフェース・コラム71の下端部と定盤32上のウエハ室38との間に気密性の高い箱状のウエハローダ室70が配置されている。レチクルローダ室87内には、そのレチクルライブラリとレチクルステージ系RSTとの間でレチクルの受け渡しを行うレチクルローダ系(不図示)が設置され、ウエハローダ室70内にはそのウエハカセットとウエハステージ系WSTとの間でウエハの受け渡しを行うウエハローダ系が設置されている。

#### 【0070】

レチクルを収納するカセット(レチクルライブラリ)及びウエハを収納するカセット(ウエハカセット)が密閉型であるとき、それらのカセット内をバージガスで置換しておいてもよい。このとき、そのカセット内のレチクル又はウエハを、外気(空気)に触れさせることなく、上記のバージガスで置換されている気密室(レチクル室23、ウエハ室38)に搬入可能に構成することが望ましい。なお、バージガスが供給される空間(気密室)を形成する部材の内壁は、脱ガスが少ない材料で形成するか、又は脱ガスが少ない材料でコーティングを施すことが望ましい。これはレチクルローダ室87、及びウエハローダ室70の内部も同様である。また、その気密室内に設置される機構部の構成部材についても、脱ガスが少ない材料で形成するか、又は脱ガスが少ない材料でコーティングを施すことが望ましい。

#### 【0071】

さて、本例の投影露光装置では露光光ILとして真空紫外光が使用されているため、その露光光ILの透過率を高めてウエハW1、W2上での照度を高くして高いスループットを得るために、その露光光ILの光路には高透過率のバージガス(本例ではヘリウムガス)が供給されている。即ち、図2において、給気装置5及び給気管7Dを通過した高純度のバージガスは、それぞれバルブ付きの給気管16A、16B、16C、16D、及び16Eを介して第1サブチャンバ9(これは補助チャンバ8に連通している)、第2サブチャンバ19、レチクル室23、投影光学系PL、及びウエハ室38の内部に供給される。そして、第1サブチャンバ9、第2サブチャンバ19、レチクル室23、投影光学系PL、及びウ

エハ室38の内部を流れた不純物を含んだバージガスは、それぞれバルブ付きの排気管17A, 17B, 17C, 17D, 及び17Eを介して排気管7Aを経て回収装置4に回収される。

#### 【0072】

この場合、給気管16A～16E、及び排気管17A～17Eに備えられているバルブは、それぞれ電磁的に開閉自在なバルブであり、それらの開閉動作は互いに独立にコンピュータよりなるバージガス制御系（不図示）によって制御されると共に、回収装置4、給気装置5、及び蓄積装置6の動作もそのバージガス制御系によって制御される。そして、給気装置5からのバージガスの供給動作と、回収装置4による気体の回収動作と、それらのバルブの選択的な開閉動作とによって、サブチャンバ9, 19の内部、レチクル室23の内部、ウエハ室38の内部、及び投影光学系PLの内部（例えば複数のレンズ室）の何れに対してもバージガスを所望の流量で供給できるように構成されている。また、バージガスの温度、圧力、及び必要に応じて温度は、例えば各気密室内への送風口付近に配置された環境センサの出力に応じて制御できるように構成されている。

#### 【0073】

この際に、第1サブチャンバ9と第2サブチャンバ19との間の空間、第2サブチャンバ19とレチクル室23との間の空間、レチクル室23と投影光学系PLの上端部との間の空間、及び投影光学系PLとウエハ室38との間の空間は、それぞれ外気から隔離されるように大きい可撓性を有し、かつ気体の遮断性の高い膜状の軟性シールド部材18A, 18B, 18C, 及び18Dによって密閉されている。軟性シールド部材18A等が本発明の被覆部材に対応している。これによって、露光光源3から被露光基板としてのウエハW1, W2までの露光光ILの光路は、ほぼ完全に密封されることになる。このため、露光光ILの光路上への外部からの吸光物質を含む気体の混入は殆ど無く、露光光の減衰量は極めて低く抑えられる。

#### 【0074】

また、サブチャンバ9, 19、レチクル室23、投影光学系PL、及びウエハ室38の内部には、それぞれ吸光物質中の酸素ガスの濃度を検出するための酸素

濃度センサがそれぞれ設置され、酸素濃度が所定のサンプリングレートで連続的に計測されて、上記のバージガス制御系に供給されている。この場合、酸素濃度を計測することによって代表的に吸光物質の濃度が計測されており、酸素濃度センサとしては、例えばポーラログラフ式酸素濃度計、ジルコニア式酸素濃度計、又は黄リン発光式の酸素センサ等が使用できる。但し、それと共に、又は単独に水蒸気や2酸化炭素等の吸光物質の濃度を計測するようにしてもよい。そして、その各気密室内での吸光物質の濃度の計測値はバージガス制御系に供給されており、何れかの気密室において所定の許容濃度以上の吸光物質が検出された場合には、そのバージガス制御系の指令によりその吸光物質の濃度が許容濃度以下となるまでその吸光物質が検出された気密室内へのバージガスの供給が行われる。

#### 【0075】

また、軟性シールド部材18A～18Dは例えば合成樹脂より形成されて、それぞれ大きい可撓性を有しているため、隣接する気密室の間、例えばサブチャンバ19とレチクル室23との間、レチクル室23と投影光学系PLとの間、及び投影光学系PLとウエハ室38との間で互いに振動が伝わらない。従って、気密性を保持した上で振動の影響が軽減されている。

#### 【0076】

更に、本例ではレチクル室23とレチクルローダ室87との間の空間を密閉するように軟性シールド部材18Eが設けられ、レチクル室23に供給されたバージガスの一部はレチクルローダ室87内にも満たされている。従って、レチクルローダ系によってレチクルR1, R2の交換を行う際に、レチクルローダ室87の搬送口のシャッターを開いても、レチクル室23内のバージガスの濃度が大きく低下することは無い。この場合、レチクルローダ室87内にも吸光物質の濃度センサを配置して、レチクル室23内の吸光物質の許容濃度よりもレチクルローダ室87内での吸光物質の許容濃度を高く（緩く）設定し、レチクル室23内での吸光物質の濃度が許容濃度以下であっても、レチクルローダ室87内での吸光物質の濃度が許容濃度を超えたときに、給気装置5からレチクル室23にバージガスを供給するようにしている。これによって、レチクルの交換時にもレチクル室23内のバージガスの濃度が高く維持されると共に、バージガスの使用量

を減らすことができる。更に、レチクルローダ室87をレチクルR1, R2の搬送路に沿って複数の気密室に分割し、これらの複数の気密室内にレチクルローダ系の構成部分を配置してもよい。この際に、その複数の気密室内で吸光物質の濃度、又はその許容値を異ならしめてよい。

## 【0077】

同様に、ウエハ室38とウエハローダ室70との間の空間を密閉するように軟性シールド部材が設けられ、ウエハ室38内に供給されたバージガスの一部、又は殆ど全部（排気管17Eのバルブを閉じた場合）はウエハローダ室70内にも満たされており、ウエハローダ室70内を流れたバージガスはバルブ付きの排気管17F及び排気管7Aを介して回収装置4に回収されている。そして、ウエハローダ室70内にも吸光物質の濃度センサが配置され、ウエハ室38内に比べてウエハローダ室70内の吸光物質の許容濃度は高く設定され、ウエハ室38内の吸光物質の濃度が許容濃度以下であっても、ウエハローダ室70内の吸光物質の濃度が許容濃度を超えたときに、給気装置5からウエハ室38にバージガスを供給するようにしている。これによって、ウエハの交換時にもウエハ室38内のバージガスの濃度が高く維持されると共に、バージガスの使用量を減らすことができる。

## 【0078】

次に、本例のダブル・ウエハステージ方式のウエハステージ系、及びウエハローダ系の構成につき図3～図5を参照して詳細に説明する。

図3は、図1中のウエハステージ系WST、及びウエハローダ系を示す一部を断面とした平面図であり、この図3に示すように本例のウエハ室38内のウエハステージ系WSTは、ウエハベース39上のガイド面にエアーベアリングを介して浮上支持されると共に、X方向及びY方向に独立して移動自在な2つのウエハステージ40A, 40Bと、これらの駆動系と、これらの位置を計測する干渉計システムとを備えており、ウエハステージ40A, 40B上にそれぞれ不図示のウエハホルダを介してウエハW1, W2が保持されている。これを更に詳述すると、ウエハベース39を走査露光時の走査方向SD(Y方向)に挟むように、X軸に平行に1対のX軸ガイド部材41, 42が配置され、これらのX軸ガイド部

材41, 42に対してエアーパッドを介してX方向に摺動自在に第1のX軸スライダ44A, 45A、及び第2のX軸スライダ44B, 45Bが載置されている。

#### 【0079】

そして、第1のX軸スライダ44A, 45Aに対してエアーパッドを介してY方向に摺動自在に第1のY軸ガイド43Aが配置され、第2のX軸スライダ44B, 45Bに対してエアーパッドを介してY方向に摺動自在に第2のY軸ガイド43Bが配置され、Y軸ガイド43A, 43Bに対してエアーパッドを介してY方向に摺動自在にウエハステージ40A, 40Bが配置されている。また、X軸ガイド部材41, 42に対して第1のX軸スライダ44A, 45A及び第2のX軸スライダ44B, 45Bを運動量保存則をほぼ満たして相対駆動するためのX軸の第1及び第2のリニアモータ（不図示）と、Y軸ガイド43A, 43Bに対してウエハステージ40A, 40Bを運動量保存則をほぼ満たしてY方向に相対駆動するための2つのリニアモータ（不図示）とが設けられている。

#### 【0080】

また、第1のウエハステージ40Aの+X方向側の上面にアライメントセンサ27Aのベースライン計測用の基準マークが形成された基準マーク部材47が固定され、ウエハステージ40Aの-X方向側の上面に露光光の光量や照度むら等を計測するための計測部材46が固定され、第2のウエハステージ40Bの上面にもそれらと同一の基準マーク部材及び計測部材が固定されている。

#### 【0081】

ここで、本例のウエハステージ系WSTの計測システムの一例につき説明する。図3において、第1のウエハステージ40Aの-X方向及び+Y方向の側面にはX軸の移動鏡48AX、及びY軸の移動鏡48AYが固定され、第2のウエハステージ40Bの+X方向及び+Y方向の側面にもX軸の移動鏡、及びY軸の移動鏡が固定されている。なお、このように移動鏡48AX, 48AY等を用いる他に、ウエハステージ40A, 40Bの側面を鏡面加工して、この鏡面部に計測用のレーザビームを照射してもよい。

#### 【0082】

この場合、本例では投影光学系PLの光軸AX（露光領域の中心）と、第1のアライメントセンサ27Aの光軸（検出中心）と、第2のアライメントセンサ27Bの光軸（検出中心）とはX軸に平行な直線（以下、「最小誤差軸」と呼ぶ。）上に配列されている。そして、その最小誤差軸上で-X方向及び+X方向に対向するようにX軸のウエハ干渉計49AX, 49BXが設置され、第1のウエハ干渉計49AXからの2つの計測ビームが最小誤差軸に沿って第1のウエハステージ40AのX軸の移動鏡48AXに照射されている。これと対称に、第1のウエハ干渉計49BXからの2つの計測ビームが最小誤差軸に沿って第2のウエハステージ40BのX軸の移動鏡に照射されている。それらの2つの計測ビームの他に、実際にはZ方向に離れた計測ビームも移動鏡48AX等に照射されており、ウエハ干渉計49AX, 49BXはそれぞれウエハステージ40A, 40BのX方向の位置、Z軸の回りの回転角（ヨーイング量）、及びY軸の回りの回転角（ローリング量）を計測する。

### 【0083】

また、光軸AXを通りY軸に平行な計測ビームがY軸のウエハ干渉計50AYからウエハステージ40AのY軸の移動鏡48AYに照射されている。また、アライメントセンサ27A, 27Bのそれぞれの検出中心を通りY軸に平行な計測ビームをそれぞれ有するウエハ干渉計50BY, 50CYも設けられている。中央のウエハ干渉計50AYはX方向に2軸で、Z方向にも2軸（不図示）の計測ビームを備えているため、ウエハステージ40A, 40BのY方向の位置、Z軸の回りの回転角（ヨーイング量）、及びX軸の回りの回転角（ピッキング量）を計測できる。本例では、投影光学系PLは、ウエハステージ40A, 40B上のウエハW1, W2を露光する場合に共通に使用されるが、第1のウエハステージ40A上のウエハW1のアライメント時には-X方向のアライメントセンサ27Aが使用され、第2のウエハステージ40B上のウエハW2のアライメント時には+X方向のアライメントセンサ27Bが使用される。そして、投影光学系PLを用いた露光時のウエハステージ40A, 40BのY方向の位置計測には、中央のウエハ干渉計50AYの計測値が用いられ、アライメントセンサ27A、又は27Bの使用時のウエハステージ40A、又は40BのY方向の位置計測には、

それぞれレーザ干渉計50BY又は50CYの計測値が用いられる。

【0084】

このように本例では、Y軸のウエハ干渉計50AY～50CYをX方向（非走査方向）に複数個設けることによって、ウエハステージ40A, 40BのY軸の移動鏡48AY等に常に何れかのY軸の計測ビームが照射されるようにしている。このため、ダブル・ウエハステージ方式において個々のウエハステージ40A, 40Bを小型化して高速駆動できると共に、各ウエハステージ40A, 40Bの位置を高精度に検出できる利点がある。

【0085】

また、例えば一方のアライメントセンサ27Aによるアライメントの後で第1のウエハステージ40Aを露光位置に移動する場合や、他方のアライメントセンサ27Bによるアライメントの後で第2のウエハステージ40Bを露光位置に移動する場合には、Y軸の両側のウエハ干渉計50BY, 50CYとY軸の中央のウエハ干渉計50AYとの間で計測値の受け渡しを行う必要がある。この計測値の受け渡しは、一例として次のように行われる。即ち、図3の状態から第1のウエハステージ40Aが-X方向に移動する場合には、ウエハ干渉計49AXによって計測されるウエハステージ40Aのヨーイング量が0となる状態で、次のウエハ干渉計50BYの計測値がそれまで使用されていたウエハ干渉計50AYの計測値に合致するように、次のウエハ干渉計50BYの計測値にオフセットを加えればよい。

【0086】

また、図3において、X軸のウエハ干渉計49AX, 49BXの背面にはそれぞれコーナキューブよりなる2軸の移動鏡61AX, 61BXが固定され、これらの移動鏡61AX, 61BXのX方向の位置、及びZ軸の回りの回転角が既に説明した干渉計ユニット57AX, 57BXによって投影光学系PLを基準として計測されている。更に、Y軸の中央のウエハ干渉計50AYの背面にもそれぞれコーナキューブよりなる2軸の移動鏡61AYが固定され、この移動鏡61AYのY方向の位置、及びZ軸の回りの回転角が既に説明した干渉計ユニット57Yによって投影光学系PLを基準として計測されている。

## 【0087】

本例では、ウエハ干渉計49AX, 49BX, 50AY～50CYよりなる合計5つの干渉計によって、ウエハ室38内でのウエハステージ40A, 40Bの2次元の座標位置、及び3軸の回りの回転角を管理する第1の計測システムが構成され、干渉計ユニット57AX, 57BX, 57Yによって投影光学系PLに対するウエハ干渉計49AX, 49BX, 50AY（ウエハ室38）の2次元の座標位置、及びZ軸の回りの回転角を管理する第2の計測システム（主計測系）が構成されている。そして、第1の計測システム及び第2の計測システムによって、投影光学系PLを基準として2つのウエハステージ40A, 40BのそれぞれのX方向、Y方向の位置、及びX軸、Y軸、Z軸の回りの回転角が高精度に計測されており、この計測値に基づいてアライメント時の位置決め、及び走査露光時の位置や速度の制御が高精度に行われる。

## 【0088】

また、本例ではその計測システムの他に、図4に示すように各種センサ等が備えられている。

図4は、図3のウエハ室38及びウエハローダ室70を示す平面図であり、この図4において、ウエハ室38には投影光学系PLがY方向に出入りできるよう +Y方向に開いた溝部38aが形成されている。また、ウエハ室38の上板には、投影光学系PLによるスリット状の露光領域28、又はこれに対して走査方向SD（Y方向）に手前側の領域（先読み領域）にあるウエハW1（又はW2）上の複数の計測点に光軸AXに対して斜めにスリット像を投影する投射系88Aと、その被検面からの反射光を受光して、それらの計測点でのフォーカス位置（Z方向の位置）を検出する受光系88Bとからなる斜入射方式の多点のオートフォーカスセンサ（AFセンサ）88A, 88Bが設置され、AFセンサ88A, 88Bで検出されるフォーカス位置FZn（n=1, 2, …）の情報がステージ駆動系（不図示）に供給されている。

## 【0089】

また、投射系88A及び受光系88Bの上面にはそれぞれコーナキューブ型の移動鏡89A及び89Bが固定され、図2の投影光学系PLの下部の第2基準板

102には、干渉計ユニット58Aと同様の構成で投影光学系PLに対する移動鏡89A, 89Bの変位量FZA, FZBを高精度に検出する干渉計ユニット(不図示)が設置され、その検出結果FZA, FZBもそのステージ駆動系に供給されている。この場合、そのステージ駆動系では、AFセンサ88A, 88Bで検出されるフォーカス位置FZnをその変位量FZA, FZBで補正して得られる値から、ウエハW1(W2)上の各計測点での投影光学系PLの像面からのデフォーカス量を算出し、これらのデフォーカス量が許容範囲内に収まるようにウエハステージ40A(40B)内のZレベリング機構を制御する。これによって、図4において、ウエハW1(又はW2)上の一つのショット領域29を露光領域28に対して走査する際に、ショット領域29の全面が焦点深度の範囲内に収まるため、ショット領域29の全面にレチクルパターンの縮小像が高い解像度で投影される。

#### 【0090】

また、ウエハ室38の上部には、図3のウエハ干渉計49AX, 49BX, 50AY~50CYに対してレーザビームを分岐して供給するためのレーザ光源部91、ウエハステージ40A, 40B上のウエハW1, W2の特性を計測するためのセンサ部90、及びウエハ室38内でウエハW1, W2のプリアライメントを行うための第1及び第2のプリアライメント機構92A, 92Bが備えられている。この場合、第1のウエハステージ40A上のウエハW1のプリアライメントは、ウエハ室38内の-X方向の端部の位置A1で行われ、第2のウエハステージ40B上のウエハW2のプリアライメントは、+X方向の端部の位置B1で行われるため、プリアライメント機構92A, 92Bはそれぞれ位置A1, B1(プリアライメント位置)の上方に配置されている。そして、位置A1, B1と、露光が行われる露光領域28(光軸AX)との間にアライメントセンサ27A, 27Bによるウエハアライメントの位置が設定されている。

#### 【0091】

図3に戻り、本例では、上記のようにウエハステージ40A, 40Bの内的一方が露光シーケンスを実行している間、他方はウエハローダ系WRDA, WRD Bとの間でウエハ交換を行ってから、ウエハアライメントシーケンスを実行する

。そのため、ウエハ室38の- Y 方向側に所定間隔を隔てて気密性の高い箱状のウエハローダ室70（搬送室）が設置され、ウエハローダ室70内にそのウエハローダ系WRDA, WRDBが収納されている。そして、ウエハ室38内で第1のウエハステージ40A（ウエハW1）は露光後に点線で示すように-X方向の位置A1に移動し、第2のウエハステージ40B（ウエハW2）は露光後に点線で示すように+X方向の位置B1に移動する。ウエハ室38の側面の位置A1及びB1の近傍にスリット状の搬送口52A及び52Bが形成され、搬送口52A, 52Bに対向するように、ウエハローダ室70の側面にもスリット状の搬送口74A, 74Bが形成され、ウエハローダ室70の内部は、第1の搬送口74Aに接する第1の待機室72A、第2の搬送口74Bに接する第2の待機室72B、及び2つの待機室72A, 72B（第2搬送室）の中間の予備室73（第1搬送室）に分割されている。

#### 【0092】

そして、搬送口74A, 74Bの内側に開閉自在にシャッタ75A, 75Bが設けられ、待機室72A, 72Bと予備室73との間にもそれぞれ搬送口が形成され、これらの搬送口を開閉するためのシャッタ78A, 78Bが設けられている。更に、予備室73の- Y 方向の側面にはX方向に並列に2つの搬送口が形成され、これらの搬送口を開閉するためのシャッタ85A, 85Bが設けられている。そのウエハローダ室70の- Y 方向に接するようにインターフェース・コラム71が設置されており、インターフェース・コラム71内の外気と同じ環境下において、予備室73のシャッタ85A, 85Bによって開閉される搬送口の近傍の位置A4、及び位置B4にはそれぞれ1ロットのウエハを収納するウエハカセット（不図示）が設置されている。

#### 【0093】

また、ウエハ室38の搬送口52A, 52Bと、ウエハローダ室70の搬送口74A, 74Bとの間の空間を外気から遮蔽するように、それぞれ図1の軟性シールド部材18Dと同様の高い可撓性を有する円筒状で膜状の軟性シールド部材18F, 18Gが装着されている。これによって、ウエハローダ室70内の振動がウエハ室38内に伝わらないと共に、ウエハ室38の内部からウエハローダ室

70の内部の空間までを高純度のページガスで満たすことができる。

【0094】

また、第1の待機室72A内の中央部の位置A2（温度制御位置）に来たウエハの温度を制御するために、3点接触型のヒータ及び冷却器を含む温度調整装置76Aが設置され、位置A2と位置A1との間で搬送口52A, 74Aを通してウエハの受け渡しを行うために第1のスライドアーム77Aが配置され、待機室72A内の上部にスライドアーム77AのZ方向への微動、及びY方向への移動を行うための搬送装置（不図示）が配置されている。また、予備室73内の-X方向側に、インターフェース・コラム71及び待機室72Aの内部との間でウエハの受け渡しを行うための第1の搬送口ボット79Aが配置されている。搬送口ボット79Aは、回転及び上下動を行う回転軸82と、この回転軸82上で回転を行う第1アーム81と、この第1アーム81の先端部で回転を行う第2アーム80とを備えており、この第2アーム80の先端部に搬送対象のウエハが吸着保持される。

【0095】

ハンドリング機構としての搬送口ボット79Aは、ウエハの搬入時にインターフェース・コラム71内の位置A4からシャッタ85Aのある搬送口を通して予備室73内に搬入したウエハを、回転軸82上の位置A3に設置する。位置A3に設置されたウエハの外周部の180°離れた2箇所に視野を持つように2つの撮像装置83A, 84Aが配置され、外形検出系としての撮像装置83A, 84Aの撮像信号が不図示のウエハローダ制御系に供給され、このウエハローダ制御系は、その撮像信号を処理して位置A3にあるウエハの外周部のノッチ部（切り欠き部）の位置、及びその中心位置を検出し、このノッチ部の位置が所定の位置（例えば+Y方向）に来るよう、かつそのウエハの中心位置が所定の位置に来るよう搬送口ボット79Aの動作を制御する。これによって、ウエハの1回目のプリアライメントが行われる。

【0096】

温度調整装置76A、スライドアーム77A、この搬送装置（不図示）、搬送口ボット79A、及び撮像装置83A, 84Aより第1のウエハローダ系WRD

Aが構成されている。この第1のウエハローダ系WRDAと対称に、ウエハ室38内の位置B1と、待機室72B内の位置B2と、予備室73内の位置B3と、インターフェース・コラム71内の位置B4との間でウエハの受け渡しを行うための第2のウエハローダ系WRDBが配置されている。ウエハローダ系WRDBも温度調整装置76B、スライドアーム77B、この搬送装置（不図示）、第2の搬送ロボット79B、及び撮像装置83B, 84Bより構成されている。ウエハローダ系WRDA, WRDBが搬送系に対応している。そのウエハの1回目のプリアライメントは、ウエハのその搬送系に対する外形基準によるアライメントとみなすことができる。

#### 【0097】

なお、図3の構成例において、予備室73内には1台の搬送ロボット79Aのみを配置して、この搬送ロボット79A（ハンドリング機構）を2つのウエハローダ系WRDA, WRDBで共有してもよい。この際には、外形検出系も1組の撮像装置83A, 84Aのみを配置するだけでよい。投影光学系PLによる露光はウエハステージ40A, 40Bに対して交互に行われるため、その構成でもスループットは殆ど低下しないと共に、ウエハローダ系を全体として小型化することができる。

#### 【0098】

図5は、図3と同じく本例のウエハステージ系WST、及びウエハローダ系WRDA, WRDBを示す平面図であり、この図5において、ウエハ室38の上部に点線で示すように図2の給気管16E及び給気装置5に連通する3箇所の吹き出し口94, 95A, 95Bが設置され、これらの吹き出し口94, 95A, 95Bからウエハ室38の内部にダウンフロー方式で陽圧のバージガスが供給されている。この場合、吹き出し口94は、Y軸のウエハ干渉計50AYの光路を含む領域の上部に設定され、吹き出し口95A, 95BはX軸の2つのウエハ干渉計49AX, 49BXの光路を含む領域の上部に設定されており、ウエハ干渉計49AX, 49BX, 50AYの光路には実質的に常時高純度のバージガスが供給されているため、その光路の屈折率が安定化して計測精度が向上する。

#### 【0099】

但し、そのウエハ干渉計の光路の屈折率はバージガスの純度が比較的大きく変化すると、それに応じて変化するため、バージガスの純度が所定の許容値を超えて変化した場合には、アライメント及び露光動作を中止して、そのバージガスの純度が高純度で安定化するまでウエハステージ40A, 40Bを待機させるようにしてもよい。これによって、アライメント精度及び露光精度の悪化を防止することができる。

#### 【0100】

また、図5のウエハローダ室70の予備室73の底面に点線で示すように、図2の排気管17Fに連通する排気口96が設置されており、ウエハ室38、待機室72A, 72B、及び予備室73の内部にそれぞれ吸光物質としての酸素の濃度を計測する酸素濃度センサ93A, 93B, 93C, 93Dが設置され、酸素濃度センサ93A～93Dの計測値が不図示のバージガス制御系に供給されている。シャッタ75A, 78A又はシャッタ75B, 78Bが開いている場合に、ウエハ室38の内部に供給されたバージガスは、矢印C1, C2及び矢印D1, D2で示すように待機室72A, 72Bを経て予備室73に流入し、予備室73に流れ込んだバージガスは排気口96から図2の排気管17Fを介して回収装置4に回収される。また、シャッタ75A, 78A, 75B, 78Bが閉じている場合に、ウエハ室38内に吹き出したバージガスは、必要に応じて図2の排気管17Eから回収装置4に回収される。

#### 【0101】

この場合、酸素濃度センサ93A～93Dで検出される酸素濃度の許容値は、ウエハ室38の内部、待機室72A, 72Bの内部、予備室73の内部の順に高く（緩く）設定されており、酸素濃度センサ93A～93Dの何れかで計測される濃度が許容値を超えた場合に、そのバージガス制御系は吹き出し口94, 95A, 95Bからウエハ室38の内部に通常よりも多い流量でバージガスを供給する。これによって、ウエハの交換時にシャッタ75A, 75B等を開いた場合にも、ウエハ室38内でのバージガスの濃度が高く維持されると共に、バージガスの使用量を減らすことができる。

#### 【0102】

そのウエハ室38内へバージガスを供給する際の流量の一例は、ウエハの1枚がウエハ室38から順次搬出される際にウエハ室38内で増加する空間の体積分を補う程度である。これによって、バージガスの使用量を少なくすることができる。

本例では、そのウエハ室38（露光室）の内部の吸光物質（ここでは酸素）の濃度の許容値（dAとする）は待機室72A, 72Bの内部の吸光物質の濃度の許容値（dBとする）の1/10～1/100程度に設定され、待機室72A, 72Bの内部の吸光物質の濃度の許容値dBは予備室73の内部の吸光物質の濃度の許容値（dCとする）の1/10～1/100程度に設定されている。そして、一例として、ウエハ室38内の許容値dAは100～10ppm程度、待機室72A, 72B内の許容値dBは $10^3$ ppm程度、予備室73内の許容値dCは $10^5$ ppm程度に設定される。

#### 【0103】

この際に、バージガスの濃度管理を容易にするために、ウエハ室38内の許容値dAを最も厳しく設定し、その他の気密室（待機室72A, 72B及び予備室73）では共通にウエハ室38内と同程度以上の許容値に設定するだけでもよい。この場合には、待機室72A, 72Bと予備室73とを一つの気密室としてもよい。また、検出対象の吸光物質（不純物）の種類を多くして、その吸光物質毎にその濃度の許容値を異ならせててもよく、最も許容値が厳しい物質の濃度に着目してバージガスの流量などを制御するようにしてもよい。

#### 【0104】

また、バージガスの別の管理方法として、ウエハ室38に隣接する待機室72A, 72Bではその内部の吸光物質（不純物）の許容濃度をウエハ室38内と同程度に設定し、待機室72A, 72Bよりもウエハカセット側に配置される予備室73などでは、その内部の吸光物質の許容濃度をウエハ室38内よりも高く設定するようにしてもよい。これによって管理が単純化される。

#### 【0105】

また、吸光物質の濃度の許容値が緩い（大きい）気密室からその許容度が厳しい（小さい）気密室へのバージガスの逆流を防止するために、各気密室内でのバ

ージガスの圧力を異ならせる、即ちその許容値が厳しい（小さい）気密室ほどの内部でのバージガスの圧力を高くするようにしてもよい。

また、本例ではウエハ室38内にバージガスをダウンフロー方式で供給しているが、バージガスが本例のようにヘリウムガスのような軽い気体である場合、外気の主成分である空気は下部に溜まり易く、その軽いバージガスを上方から供給することによって、その空気は効率的に下方から排気されるため、ウエハ室38内のバージガスが高純度に維持される。但し、例えば外気が空気よりも軽い気体であるような場合には、その軽い気体よりなるバージガスをウエハ室38内の底面部から吹き上げるようにして（いわばオーバーフロー方式で）供給するようにしてもよい。

#### 【0106】

なお、露光光としてKrFエキシマレーザ（波長248nm）などを使用する場合にも、その光路にはヘリウムガスや窒素ガスなどのバージガスを供給することが望ましい。しかしながら、その場合のバージガスの濃度は例えば90～99%程度に落としても、ウエハ上で高い露光強度が得られると共に、レーザ干渉計等のセンサでも高い計測精度が得られる。但し、この場合にそのセンサの光路での屈折率の揺らぎが大きくならないように、気密室に対するバージガスの供給管や排気管の位置をそのセンサの光路からできるだけ離して配置することが望ましい。

#### 【0107】

次に、本例の温度調整装置76A（温度制御系）及びプリアライメント機構92A（第1のアライメント系）の構成及び動作につき図8～図12を参照して詳細に説明する。

図8(a)は図3のウエハローダ室70内の左半面の状態を示す拡大平面図、図8(b)は図8(a)の一部を切り欠いた正面図であり、図8(b)に示すように、一方の温度調整装置76Aは、上下駆動部114と、この上に固定されてヒータ等の加熱器、及びペルチェ素子等の冷却素子を備えた加熱冷却部113と、この上に固定された3本の支持ピン112とを備えている。支持ピン112は、熱伝導率の良好な材料（金属等）から形成され、不図示であるが、支持ピン1

12の上端付近にサーミスタ等の温度測定素子が固定され、この温度測定素子による温度の検出データが不図示のウェハローダ制御系に供給される。本例の支持ピン112は、脱ガスの少ない材料より形成されている。

#### 【0108】

この場合、これから露光されるウェハをウェハW1とすると、図8(a)に示すように、ハンドリング機構としての搬送ロボット79AによってウェハW1は、ウェハローダ室70の外部の位置A4から予備室73内の1回目のプリアライメントが行われる位置A3を経て、待機室72A内の位置A2に搬送される。図8(b)に示すように、点線で示す位置A2の下方に温度調整装置76Aの支持ピン112が待機しており、この状態で回転軸82を降下させることで、搬送ロボット79Aから支持ピン112上にウェハW1が受け渡される。ウェハW1は、その前のウェハのアライメント及び露光が終わるまで、支持ピン112上で待機している。この待機中に、支持ピン112に装着されている温度測定素子(不図示)によって検出される温度(ほぼウェハW1の温度とみなすことができる)が、ウェハW1に塗布されているフォトトレジストの適正温度(予め露光データとして設定されている)に近付くように、そのウェハローダ制御系は加熱冷却部113を介して支持ピン112及びウェハW1の温度を制御する。これによって、ウェハW1は常に適正温度に保たれた状態で待機するため、常にフォトトレジストを最も高い解像度が得られる状態で露光できる。

#### 【0109】

なお、図8では、図3中のスライドアーム77Aが省略されているが、図8の状態の後、ウェハW1は、図9に示すようにスライドアーム77Aに受け渡される。

図9(a)は図3の待機室72Aの内部を示す平面図、図9(b)は図9(a)の一部を切り欠いた正面図であり、図9(b)に示すように、ウェハW1が温度調整装置76Aの支持ピン112上に待機している状態では、スライドアーム77AはウェハW1の底面部に位置している。また、スライドアーム77Aは上部のスライダ86Aに連結され、スライダ86Aは必要に応じてスライドアーム77Aを上下に駆動すると共に、図9(a)に示すように、位置A2と位置A1

との間でスライドアーム77Aをほぼ直線的に移動する。スライドアーム77A及びスライダ86Aが本発明のアーム機構に対応している。また、本例の待機室72Aと図3のウエハ室38との間の搬送口74A（図3の搬送口52Aも同様）は上下方向の幅が広く形成されており、それを開閉するためのシャッタ75Aは、ほぼ下半分の開閉を行う第1シャッタ75A1と、ほぼ上半分の開閉を行う第2シャッタ75A2とから構成されている。

#### 【0110】

そして、ウエハW1をウエハ室38側に搬送する際には、図9（b）において、スライドアーム77Aを上昇させて支持ピン112からスライドアーム77AにウエハW1を受け渡した後、図9（b）に対応する図9（d）に示すように、第1シャッタ75A1のみを開く。これによって、搬送口74Aのほぼ下半分の領域、即ちウエハW1及びスライドアーム77Aが通過できる領域が開かれる。なお、ウエハステージ40A側のウエハホルダを搬送する場合もあるが、このようにウエハW1よりも大きい付属物を搬送するような場合には、第1シャッタ75A1と共に第2シャッタ75A2も開くようとする。このように隣接する気密室間の搬送口74A等を必要最小限だけ開くようにすることで、バージガスを有效地に利用することができる。

#### 【0111】

その後、図9（a）に対応する図9（c）に示すように、スライドアーム77Aを搬送口74Aの方向に駆動することで、ウエハW1がウエハ室38内の位置A1まで搬送される。位置A1を囲むように、図10に示すようにプリアライメント機構92Aが配置されている。

図10（a）はそのプリアライメント機構92Aの搬入用のロードアーム116を示す平面図、図10（b）は図10（a）の一部を省略した正面図、図10（c）は図10（b）のCC線に沿う断面図であり、図10（a），（b）に示すように、ロードアーム116は、上下に伸びた回転昇降軸119と、この回転昇降軸119に取り付けられて、90°間隔で開いた2個の爪状の保持部117a，117bを有する第1アーム117と、この第1アーム117に対して0°～180°程度の範囲で回転可能に回転昇降軸119に取り付けられて、爪状の

保持部118aを有する第2アーム118と、その回転昇降軸119を上下方向及び回転方向に駆動する駆動部115とを有する。この場合、3箇所の保持部117a, 117b, 118a上にウエハW1が載置されると共に、第2アーム118の回転角は、その保持部118aがウエハW1の外周部のノッチ部NPから外れるように設定される。

### 【0112】

ウエハW1は、一例として直径が300mmのいわゆる12インチウエハであり、その外周部には1箇所に切り欠き部であるノッチ部NPが形成されているが、それ以外に例えば2箇所以上にノッチ部が形成されていたり、比較的広い範囲の切り欠き部であるオリエンテーションフラットが形成されている場合も有り得る。このように切り欠き部の位置や形状が変化しても、第2アーム118を回転することによって、その切り欠き部を避けてウエハを保持することができる。本例では、第2アーム118は、第1アーム117に対して90°回転した状態で固定されており、第2アーム118から更にほぼ90°回転した位置にノッチ部NPが形成されている。更に、第2アーム118は、2点鎖線の位置G1で示すように、ウエハW1の移動方向（水平方向）に沿って回転昇降軸119に対してスライドできるように構成されている。

### 【0113】

また、図10（a）に示すように、位置A1にあるウエハW1の外周部の上方に3箇所の撮像素子121A～121Cを備えた撮像部120が配置され、中央の撮像素子121Bはノッチ部NPの上方に位置している。そして、ウエハW1の底面側に図10（b），（c）に示すように、3箇所の例えば発光ダイオードよりなる発光素子123A～123Cを備えた照明部122が、矢印G2の方向に待避できるように配置されている。照明部122及び撮像部120より外形検出系が構成されている。発光素子123A～123Cとしては、入射端にハロゲンランプからの光が集光されている光ファイバの射出端等も使用することができ、ウエハW1の外形の検出時には、発光素子123A～123Cは撮像素子121A～121Cに対向するように配置されると共に、撮像素子121A～121Cの撮像信号がアライメント制御系（不図示）に供給され、アライメント制御系

はその撮像信号を処理して、ウエハW1のノッチ部NPの方向、及びウエハW1の中心位置を求める。このようにウエハW1の外形検出が終了した後、ウエハW1をウエハステージ40A上に載置できるように、照明部122は待避する。

#### 【0114】

そして、アライメント制御系は、そのノッチ部NPの方向が予め定められている方向となるように、駆動部115を介して回転昇降軸119を回転させると共に、ウエハW1の中心位置が、図3のウエハステージ40A上の予め定められている位置、例えば不図示のウエハホルダの中心に合致するようにウエハステージ40Aの位置決めを行う。これによって、ウエハW1の2回目のプリアライメント、即ち外形基準によるウエハステージ40Aに対する位置決めが完了し、この状態でウエハW1がウエハステージ40A上にロードされる。

#### 【0115】

但し、実際には、それまでウエハステージ40A上には露光済みのウエハが載置されており、この露光済みのウエハ（ウエハW5とする）は、図11に示すように位置A5において搬出用のアンロードアーム124に受け渡されている。

図11(a)は、プリアライメント機構92Aのロードアーム116及びアンロードアーム124を示す平面図、図11(b)は図11(a)の正面図であり、説明の便宜上、図11(a)においてウエハW1、W5は点線で示してある。図11(a)、(b)に示すように、アンロードアーム124はロードアーム116と同様に、第1アーム125、第2アーム126、及び回転昇降軸127を備えており、回転昇降軸127は駆動部115によって駆動される。また、アンロードアーム124もウエハW5を底面から保持するための3箇所の爪状の保持部125a、125b、126aを備えており、第2アーム126は点線の位置G3で示すようにウエハW5の移動方向にスライド可能であるが、アンロードアーム124はロードアーム116を囲むように構成されている。

#### 【0116】

この場合、図3のウエハステージ40A上の露光済みのウエハ（ウエハW5）は、図11(a)において、プリアライメントの位置A1に対して斜め方向にずれた位置A5でアンロードアーム124に受け渡される。その後、次の露光対象

のウエハW1が図3に示すスライドアーム77Aを介してロードアーム116に受け渡されると共に、そのスライドアーム77Aにアンロードアーム124から露光済みのウエハW5が受け渡されて、ウエハW5は図3の待機室72A側に搬出される。そして、ウエハW1のプリアライメントが行われて、照明部122が待避した後、ウエハW1がウエハステージ40A上にロードされる。このように本例のプリアライメントの位置A1（B1も同様）は、ローディング・ポジションでもある。

#### 【0117】

図12はロードアーム116からウエハステージ40A上にウエハW1を受け渡すときの動作の一例を示し、先ず図12（a）に示すようにプリアライメントが行われた位置A1で、ロードアーム116の回転昇降軸119が降下して、図13（b）に示すように、下方のウエハステージ40Aのウエハホルダ128上にウエハW1が載置される。

#### 【0118】

図13（a）はそのウエハホルダ128を示す平面図、図13（b）は図13（a）の断面図であり、図13（a）では分かり易いようにウエハW1は省略しており、更にロードアーム116も省略している。図13（a）, (b)に示すように、ウエハホルダ128は、ウエハステージ40A上の凹部中に吸着孔129F及び吸着溝128fを通して不図示の真空ポンプによって吸着保持されており、その上のウエハW1もウエハホルダ128内の吸着孔128g、及びウエハステージ40A上の吸着孔129Gを通して不図示の真空ポンプによって吸着保持される。また、ウエハホルダ128の上面には外周部の段差部128aに加えて、図10のロードアーム116の保持部117a, 117b, 118a、及び図11のアンロードアーム124の保持部125a, 125b, 126aを差し込むための切り欠き部128b～128eがほぼ90°間隔で形成されている。

#### 【0119】

この状態で、図12（b）に示すように、第2アーム118を矢印G4で示すようにスライドさせて、保持部118aをウエハW1の底面部から外すようとする。その後、図12（c）に矢印G5で示すようにウエハステージ40Aをロー

ドーム116に対して斜めに移動させて、ロードアーム116の3箇所の保持部117a, 117b, 118aを全てウェハW1の底面部から外す。この状態で、ロードアーム116を上昇させると、図12(d)に矢印G6で示すようにウェハステージ40Aは自由に動けるようになるため、ウェハステージ40Aは図3のアライメントセンサ27Aの下方に移動する。

#### 【0120】

その後、ウェハW1のアライメント及び露光が終了して、ウェハステージ40AからウェハW1を搬出する際には、ほぼ図12(a)～(d)の動作と逆の動作を経て、図13(c)に示すようにウェハW1をアンロードアーム124に受け渡す。この際に、吸着孔128gを通しての吸着は解除されており、ウェハW1は図3のスライドアーム77Aに渡される。更に、ウェハホルダ128自体を搬出する場合には、図13(d)に示すように、吸着溝128fを介しての吸着も解除した後、ウェハW1と同様にしてウェハホルダ128をアンロードアーム124に受け渡せばよい。

#### 【0121】

このように本例では、ウェハの移動方向にスライド可能な保持部118a, 126aを備えたロードアーム116、及びアンロードアーム124を備えたプリアライメント機構92Aが備えられているため、ウェハステージ40Aに対するウェハの搬入及び搬出を高速に、かつ簡単な制御で行うことができる。更に、プリアライメント機構92Aには外形検出系が備えられているため、その検出結果に基づいてウェハをウェハステージ40Aに対してほぼ目標とする位置関係で設置できるため、その後のアライメントセンサ27Aを用いてのウェハアライメントを迅速に行うことができる。

#### 【0122】

ここで、図3のウェハステージ系WST、及びウェハローダ系WRDA, WRDBの全体の動作の一例につき説明する。先ず、第1のウェハステージ40A上の第1のウェハW1に対する走査露光が終わって、第2のウェハステージ40B上の第2のウェハW2に対する走査露光を行うものとすると、第1のウェハステージ40Aが位置A1に移動した後、アライメントセンサ27Bの下でウェハア

ライメントの行われた第2のウエハステージ40Bが投影光学系PLの露光領域側に移動して、ウエハステージ40B上のウエハW2に対する走査露光が開始される。また、この時点までに、インターフェース・コラム71内の位置A4にある未露光のウエハが搬送ロボット79Aによって予備室73内の位置A3まで搬送され、ここで撮像装置83A, 84Aを用いてノッチ部を基準として、回転角及び中心位置の1回目のプリアライメントが行われる。その後、位置A3のウエハは搬送ロボット79Aによって待機室72A内の温度調整装置76A上の位置A2に搬送され、ここで露光に適した温度まで加熱、又は冷却された後、スライドアーム77Aによってウエハ室38内の位置A1の近傍まで搬送される。

#### 【0123】

その位置A1において、ウエハステージ40A上の露光済みのウエハW1は、図4のプリアライメント機構92Aのアンロードアーム（不図示）に受け渡されると共に、スライドアーム77A上の未露光のウエハはそのプリアライメント機構92Aのロードアーム（不図示）に受け渡される。次に、そのアンロードアーム上の露光済みのウエハがスライドアーム77A上に受け渡された後に、そのロードアーム上の未露光のウエハの外周部の3箇所の形状を不図示の撮像装置で観察することによって、その未露光のウエハの2回目のプリアライメントが行われる。この後、その未露光のウエハは位置A1でウエハステージ40A上に載置されて、ウエハステージ40Aによってアライメントセンサ27Aの下方に移動して、アライメントセンサ27Aによってその未露光のウエハ上のサーチアライメントマークの検出（サーチアライメント）、及びこの結果を用いたファインアライメントマークの検出が行われる。この際に、例えばエンハンスト・グローバル・アライメント（EGA）方式でウエハのファインアライメントが行われる。

#### 【0124】

本例ではサーチアライメント、及びファインアライメントをまとめてウエハアライメントと呼んでいる。ウエハアライメントが完了した第1のウエハステージ40A上のウエハは、第2のウエハステージ40B上のウエハW2の走査露光が終了するまで、アライメントセンサ27Aの下方で待機する。一方、位置A1でウエハステージ40Aからスライドアーム77Aに受け渡された露光済みのウエ

HW1は、待機室72A内の位置A2まで移動した後、搬送ロボット79Aによって位置A2からインターフェース・コラム71内の位置A4まで搬送される。この際に、位置A4には露光済みのウエハ用のウエハカセットが待機しており、ウエハW1はそのウエハカセットに収納される。その後、位置A4には未露光のウエハを収納したウエハカセットが移動して、このウエハカセット内の未露光のウエハが搬送ロボット79Aによって予備室73内の位置A3まで搬送される。

#### 【0125】

また、第2のウエハステージ40B上で露光が行われたウエハW2が、ウエハ室38内の位置B1まで搬送されると共に、第1のウエハステージ40Aが投影光学系PLの露光領域側に移動して、ウエハステージ40A上のウエハの走査露光が開始される。この際に、位置B1の近傍には搬送ロボット79B及びスライドアーム77Bによって位置B4から位置B3, B2を経て未露光で温度制御されたウエハが搬送されている。そして、図4のプリアライメント機構92Bを介してスライドアーム77B上の未露光のウエハと、ウエハステージ40B上の露光済みのウエハW2との交換が行われた後、位置B1において未露光のウエハの2回目のプリアライメントが行われる。一方、露光済みのウエハW2は、スライドアーム77B及び搬送ロボット79Bを介して位置B2から位置B4まで搬送される。

#### 【0126】

このように本例では、ウエハステージWST及びウエハローダ系WRDA, WRDBをそれぞれウエハ室38及びウエハローダ室70内にモジュール構成で組み込むようにしているが、ウエハ室38内の位置A1, B1において2回目のプリアライメントを行っているため、ウエハ室38とウエハローダ室70との組立時の位置関係はそれ程厳密である必要が無い。即ち、投影露光装置の組立調整を容易に行うことができると共に、ウエハアライメントを高精度に行うことができる。

#### 【0127】

更に本例では、図3において未露光のウエハ、又は露光済みのウエハが搬送ロボット74A, 74B等を通過する際に、対応するシャッタ75A, 75B, 78A,

78B, 85A, 85Bが開くと共に、ウエハが通過しない期間では対応するシャッタ75A, 75B～85A, 85Bは閉じている。また、シャッタ75A, 75Bが開いている場合には、シャッタ78A, 78B又はシャッタ85A, 85Bが閉じるように制御されており、ウエハ室38の内部が直接にインターフェース・コラム71の内部、即ち外気と連通することは無い。従って、ウエハ室38の内部のバージガスの濃度は常に高く維持されている。

#### 【0128】

次に、図3中のウエハ室38及びウエハローダ室70の組立方法の一例につき図6、図7を参照して詳細に説明する。

図6は、図3中のウエハ室38、ウエハローダ室70、及び投影光学系PLの組立調整時の状態を示す斜視図であり、この図6において、ウエハ室38の上面にはレーザ光源部91、プリアライメント機構92A, 92B、AFセンサ88A, 88B、及びアライメントセンサ27A, 27B等が凸部として突き出ているが、これらの間に投影光学系PLを水平方向に相対移動できる溝部38aが形成されている。また、ウエハローダ室70の上面には図3のスライドアーム77A, 77Bを駆動するための駆動装置が収納された駆動部70a, 70bが設置され、ウエハローダ室70の底面には防振台70cが配置されている。更に、ウエハローダ室70の正面部には、図3のインターフェース・コラム71との間でウエハが搬送される搬送口97A, 97Bが形成され、この搬送口97A, 97Bは図3のシャッタ85A, 85Bによって開閉される。

#### 【0129】

本例の投影露光装置の組立調整時には、ウエハ室38はこの中のウエハステージ系WSTと共に組み立てられ、これとほぼ並行してウエハローダ室70はこの中のウエハローダ系WRDA, WRDBと共に組み立てられる。その後、投影光学系PLが図2のフレーム機構に装着された後、図6の矢印で示すように投影光学系PLが溝部38aに沿って相対移動するようにそのフレーム機構にウエハ室38が設置され、これに続いてウエハ室38の搬送口52A, 52Bにウエハローダ室70の搬送口74A, 74Bが対向するようにウエハローダ室70が設置される。その後、投影光学系PLの下端部とウエハ室38の溝部38aとの隙間

を密閉するように、図7 (a) に示すように軟性シールド部材18Dが装着され、搬送口52A（又は52B）と搬送口74A（又は74B）との間の空間を外気から隔離するように軟性シールド部材18F（又は18G）が装着される。

### 【0130】

同様にしてその他の照明光学系、及びレチクル室23等の組立調整も行われる。その後で、総合調整（電気調整、動作確認等）を行うことにより図1、図2の投影露光装置をモジュール方式、又はボックス方式で短時間に製造することができる。これらの動作はクリーンルーム内で行われることが望ましい。

なお、ウエハの搬出は、図14に示すような別の方法でも行うことができる。図14 (a)において、ウエハステージ40A上にウエハホルダ128を介してウエハW1が保持されており、ウエハステージ40Aに対して手前側のプリアライメントを行う位置A1の更に手前側に、不図示の移動自在のスライダによって平板状のウエハ支持板129が支持されている。ウエハ支持板129の高さはウエハホルダ128よりも僅かに低く設定されており、ウエハ支持板129の上面には半円形の段差部（不図示）よりなるストッパー、及びウエハを吸着保持する機構（真空吸着用の吸着孔等）が備えられている。この状態で、ウエハステージ40Aを位置A1の方向（矢印G6で示す方向）に所定速度で移動して、位置A1付近でウエハホルダ128によるウエハW1の吸着を解除すると共に、ウエハステージ40Aを急激に停止させる。このとき、ウエハW1は慣性によってウエハ支持板129の上面に移動して、上記のストッパーによって停止する。その後、例えばウエハW1の吸着を開始して、不図示のスライダによってウエハ支持板129を搬出することによって、高速にウエハW1の搬出が行われる。

### 【0131】

また、上記の実施の形態では、ウエハは単体として搬送が行われているが、ウエハを搬送し易い付属物と一緒に搬送するようにしてもよい。

図15 (a) は、ウエハW1を付属物と一緒に搬送する場合のウエハステージを示す平面図、図15 (b) はその一部の側面図、図15 (c) は図15 (a) でウエハステージ40Aの部分を断面とした正面図であり、図15 (a), (b), (c) に示すように、ウエハステージ40Aの上面の凹部中に、段差部

132aを有する円板状のウエハホルダ132が保持されており、この上方にウエハW1が保持リング130によって支持されている。即ち、保持リング130はウエハW1を囲むと共に、保持リング130に90°間隔で3箇所に設けられた爪状の保持部130a, 130b, 130cによってウエハW1の底面が支持されている。また、保持リング130の上面に180°離れて設けられた取っ手部131A, 131Bが、2本のフォーク状の搬送アーム133の先端部133a, 133bによって支持されている。

#### 【0132】

ウエハW1をロードする際には、図15(c)の状態から搬送アーム133を降下させて、図15(d)に示すように、保持リング130の保持部130a～130cをウエハホルダ132の段差部132a上に載置すると、この途中でウエハW1がウエハホルダ132の上面に載置される。その後、例えばウエハステージ40Aを僅かに手前側に移動させて、搬送アーム133を上昇させることで、ウエハW1のロードが完了する。ウエハW1の搬出を行う場合には、逆の動作を行えばよい。

#### 【0133】

このように図15の実施の形態では、ウエハW1の搬送が付属物としての保持リング130と一体的に行われるため、例えば保持リング130の取っ手部131A, 131Bを大きくすることによって、搬送アーム133による保持リング130及びウエハW1の搬送を確実に、かつ容易に行うことができる。

次に、本発明の実施の形態の他の例につき説明する。先ず、図16～図19を参照して上記の投影露光装置のウエハステージ系WSTの別の構成例につき説明する。図3のウエハステージ系WSTはX軸ガイド部材41, 42を2つのウエハステージ40A, 40Bで共用しているのに対して、この構成例では2つのウエハステージ40A, 40Bで独立にX軸ガイド部材を備えているものであり、図16～図20において図1～図3に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明を省略する。

#### 【0134】

図16はウエハステージ系の別の構成例を示す平面図、図17は図16のウエ

ハステージ系を示す斜視図であり、図17に示すように、不図示の定盤上に第1可動ベース141A及び第2可動ベース141Bを積み重ねた構造のウエハベース140が載置され、ウエハベース140上に並列にエアーベアリングを介してX方向、Y方向に摺動自在に可動交換テーブル149A、149Bが載置され、可動交換テーブル149A、149B上にそれぞれウエハW1、W2を保持するウエハステージ40A、40Bが固定されている。本例のウエハステージ40A、40Bは図3のウエハステージ40A、40BからY方向に駆動するための機構を取り除いたステージであり、フォーカシング及びレベリングを行う機能を備えている。その上方に+Y方向側に投影光学系PLが配置され、-Y方向側にオフ・アクシス方式で撮像方式のアライメントセンサ27が配置されている。

#### 【0135】

そして、第2可動ベース141Bはガイド部材142に沿ってエアーベアリングを介してX方向に摺動自在に載置され、その上に第1可動ベース141Aがエアーベアリングを介してY方向に摺動自在に載置され、第1可動ベース141AのY方向の位置はリニアモータ143Cによって調整され、第2可動ベース141BのX方向の位置もリニアモータ143A、143Bによって調整される。即ち、本例のウエハベース140は、その上の可動交換テーブル149A、149BがX方向、Y方向に移動すると、運動量保存則を満たして逆方向に移動すると共に、必要に応じてX方向、Y方向の位置を例えば移動可能範囲の中央（中立位置）に戻すことができるよう構成されている。これによって、振動の発生が抑制されている。

#### 【0136】

また、図16において、ウエハベース140上にY方向に近接して、X方向に所定間隔で第1の1対のY軸ガイド145A、146A、及び第2の1対のY軸ガイド145B、146Bが固定され、Y軸ガイド145A、146A、及びY軸ガイド145B、146Bの間にそれぞれリニアモータ方式でY方向に駆動されるように第1のX軸ガイド部材147A及び第2のX軸ガイド部材147Bが配置されている。更にX軸ガイド部材147A及び147Bに沿ってそれぞれリニアモータ方式でX方向に駆動されるように第1のX軸スライダ148A及び第

2のX軸スライダ148Bが配置され、X軸スライダ148A, 148Bに対し可動交換テーブル149A, 149Bが連結されている。本例では、可動交換テーブル149A, 149Bは、必要に応じてX軸スライダ148A, 148Bから切り離して別のX軸スライダ148B, 148Aに連結できるように構成されている。

## 【0137】

第1のY軸ガイド145A, 146A、X軸ガイド部材147A、及びX軸スライダ148Aより第1の駆動系DRV Aが構成され、第2のY軸ガイド145B, 146B、X軸ガイド部材147B、及びX軸スライダ148Bより第2の駆動系DRV Bが構成されており、第1の可動交換テーブル149A（ウエハステージ40A）と第2の可動交換テーブル149B（ウエハステージ40B）とは互いに交換されて、第1の駆動系DRV A又は第2の駆動系DRV BによってX方向、Y方向、及び回転方向に駆動される。この場合、第1の駆動系DRV Aは、投影光学系PLの下方でウエハステージ40A, 40Bの駆動を行い、第2のDRV Bは、アライメントセンサ27の下方でウエハステージ40A, 40Bの駆動を行う。

## 【0138】

また、本例ではウエハステージ40A, 40Bの位置計測用にレーザ干渉計によるX軸のウエハ干渉計144A、及びY軸の2つのウエハ干渉計144B, 144Cが設けられ、X軸のウエハ干渉計144Aは、投影光学系PLの光軸AXを中心とするようにX軸に沿う複数軸の計測ビームLB1、アライメントセンサ27の検出中心を中心とするようにX軸に沿う複数軸の計測ビームLB3、及びそれの中間位置の計測ビームLB2を供給する。図16の状態では、計測ビームLB1の内の3軸のレーザビームがウエハステージ40AのX軸の移動鏡48AXに照射され、1軸のレーザビームが投影光学系PLの参照鏡56AXに照射され、投影光学系PLを基準としてウエハステージ40AのX方向の位置、Z軸回りの回転角（ヨーイング量）、及びY軸の回りの回転角（ローリング量）が計測されている。また、計測ビームLB3の内の2軸のレーザビームはウエハステージ40BのX軸の移動鏡48BXに照射され、1軸のレーザビームはアライ

メントセンサ27の参照鏡56BXに照射され、アライメントセンサ27を基準とするウエハステージ40BのX方向の位置、及びヨーイング量が計測されている。

#### 【0139】

更に、Y軸の第1のウエハ干渉計144Bは投影光学系PLの光軸AXを中心とするようにY軸に沿う複数軸の計測ビームLB4、及びそれからX方向に離れた計測ビームLB6を-Y方向に供給する。なお、計測ビームLB4と共に点線で示すようにZ方向に離れた計測ビームLB5を供給してもよい。図16の状態では、計測ビームLB4の内の2軸のレーザビームがウエハステージ40AのY軸の移動鏡48AYに照射され、1軸のレーザビームが投影光学系PLの参照鏡56AYに照射され、投影光学系PLを基準としてウエハステージ40AのY方向の位置、及びヨーイング量が計測されている。本例では、移動鏡48AXに対するレーザビームの入射位置をウエハW1の表面と同じ高さに設定しているため、ピッキングによるアッペ誤差は生じない。しかしながら、より高精度に位置計測を行うためには、計測ビームLB5も供給して、ウエハステージ40AのX軸回りの回転角（ピッキング量）を計測することが望ましい。

#### 【0140】

それと対称にY軸の第2のウエハ干渉計144Cはアライメントセンサ27の検出中心を中心とするようにY軸に沿う複数軸の計測ビームLB7、及びそれからX方向に離れた計測ビームLB8を+Y方向に供給している。図16の状態では、計測ビームLB7の内の2軸のレーザビームがウエハステージ40BのY軸の移動鏡48DYに照射され、1軸のレーザビームがアライメントセンサ27の参照鏡56BYに照射され、アライメントセンサ27を基準としてウエハステージ40BのY方向の位置、及びヨーイング量が計測されている。

#### 【0141】

本例では、ウエハステージ40A、40Bは可動交換テーブル149A、149Bと共にそれぞれ別のX軸ガイド部材147B及び147Aに連結することができ、この場合にもY方向の位置が計測できるように、ウエハステージ40A、40Bにはそれぞれ第2のY軸の移動鏡48CY及び48BYが固定されている

。また、ウエハステージ40A及び40Bを交換中にもX方向、Y方向の位置が計測できるように、X軸の計測ビームLB2及びY軸の計測ビームLB6, LB8が使用される。そして、投影光学系PLを基準とする位置計測結果と、アライメントセンサ27を基準とする位置計測結果とが等しくなるように、ウエハ干渉計144A～144Cの計測値には予め求められているオフセットが加算されている。

#### 【0142】

なお、本例ではウエハステージ40A, 40Bを交換している際に、X軸の計測ビームLB2及びLB3が遮られて例えば一方のウエハステージ40BのX方向の位置が計測できなくなる恐れがある。この際にも、そのウエハステージ40BのX方向の位置を或る一定の値に維持しておくために、Y軸ガイド146Bの近傍にその上のウエハステージ40B（又は40A）のX座標を狭い範囲内で高精度に計測するための光電式、磁気式、又は静電容量式等のリニアエンコーダ150が設置されている。なお、リニアエンコーダ150を使用する代わりに、ウエハ干渉計144AからY方向に例えば4組以上に分かれた計測ビームを供給して、例えば第1のウエハステージ40Aの移動鏡48AXに比べて、第2のウエハステージ40Bの移動鏡48BXのY方向の長さを長くしておいてもよい。この場合、可動交換テーブル149A, 149Bを交換する場合に、第1の可動交換テーブル149Aをウエハ干渉計144A側（-X方向側）に、第2の可動交換テーブル149Bを+X方向側にすることで、常時X方向の位置を計測することができる。

#### 【0143】

また、本例では、アライメントセンサ27に近い位置である-Y方向で、+X方向側にウエハのローディングポジションが設定され、このローディングポジションのウエハステージと不図示のウエハローダ系との間で矢印G7で示すようウエハの受け渡しが行われる。即ち、本例の投影露光装置では、ローディングポジション（本例ではプリアライメント位置でもある）は1箇所であり、ウエハローダ系は一つである。

#### 【0144】

本例では、ウエハステージ40Aを第1の駆動系DRV Aで駆動して露光を行っている際に、ウエハステージ40Bを第2の駆動系DRV Bによって+X方向、及び-Y方向に移動して、矢印G7に示す方向に不図示のウエハローダ系との間でウエハの受け渡しが行われる。その後、ウエハステージ40Bをアライメントセンサ27の下方に移動してウエハW2のアライメントを行い、X軸ガイド部材147A, 147Bを近付けて、ウエハステージ40A, 40Bの交換を行った後、ウエハステージ40Bを第1の駆動系DRV Aで駆動することによってウエハW2に対する露光が行われる。この際に、本例では、ウエハステージ40A, 40BはそれぞれX方向、Y方向に完全に独立に運動量保存則を満たした状態で駆動でき、振動の発生が抑制されると共に、アライメントセンサ27は一つであるため、ウエハベース140を小型化でき、露光装置のフットプリント（設置面積）を小さくすることができる。

#### 【0145】

また、図17において、本例のウエハステージ系は全体として不図示の気密性を有するウエハ室内に収納され、その上面の投影光学系PL及びアライメントセンサ27の外周部との間の隙間は、図2の軟性シールド部材18Dと同様の軟性シールド部材（不図示）によって密封される。これによって、本例のウエハステージ系もモジュール方式、又はボックス方式で効率的に組み立てることができる。

#### 【0146】

なお、図16の投影露光装置においては、可動交換テーブル149A, 149Bを全体として交換しているが、例えば交換用のロボットアーム（不図示）を設置して、可動交換テーブル149A, 149BはそれぞれX軸ガイド部材147A, 147Bに固定して、ウエハステージ40A, 40Bの部分だけを交換するようにしてもよい。更には、ウエハW1, W2を保持するウエハホルダ（不図示）を交換可能にして、ウエハホルダとこの上のウエハW1, W2とを一体的に交換できるようにしてもよい。

#### 【0147】

但し、図16、図17の投影露光装置では、ウエハステージ40A, 40Bを

交換する際に、2組のY軸の干渉計の移動鏡48AY, 48CY及び48BY, 48DYが計測対象として切り換えられるため、Y方向の位置の計測結果にオフセットが乗る恐れがある。そのオフセットは予め高精度に求めておくことが可能である。この場合、例えば各移動鏡48AY, 48CY, 48BY, 48DYの計測面の曲がり量（平面度）を予め計測しておき、アライメントセンサ27による検出結果を用いて、ウエハステージ40A（又は40B）の位置を露光用のウエハ干渉計144Bでモニタしながら、その移動状態を制御するときに、その2組の移動鏡の曲がりに起因する計測値の変動量を補正することが望ましい。この場合、ローリング量やピッティング量を計測する干渉計では、その計測ビームがZ方向に所定間隔だけ離れているため、各計測ビームの位置で前述の曲がり量を計測しておくことが望ましい。

#### 【0148】

次に、そのようにオフセットを高精度に求めておく方式の他に、Y軸の移動鏡を共通化する構成も可能である。

図18、及び図19は、そのようにY軸の移動鏡を共通化した変形例を示し、図18、図19において、図16、図17に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明を省略する。

#### 【0149】

図18はその変形例のウエハステージ系を示し、図19はその斜視図であり、図18、図19に示すように、本例のウエハステージ40A, 40Bはそれぞれ+Y方向側に一つのY軸の移動鏡48AY, 48BYを備えているのみである。そして、アライメントセンサ27に対するY方向の位置を計測するためのレーザ干渉計として、-Y方向に複数軸の計測ビームLB10を照射するウエハ干渉計144Dが、投影光学系PLとアライメントセンサ27との間に配置されており、図18の状態では計測ビームLB10中の2軸のレーザビームが移動鏡48BYに照射され、1軸のレーザビームがアライメントセンサ27の参照鏡56BYに照射されている。この構成では、ウエハステージ40A, 40Bは中央付近を通過できないため、投影光学系PL用のY軸のウエハ干渉計144Bによって、+X方向に移動したウエハステージ40A, 40BのY座標を計測できるように

、計測ビームLB6と対称に計測ビームLB9が供給されている。その他の構成は図16、図17と同様である。

#### 【0150】

この変形例においても、ウエハステージ40A、40Bは互いに交換されて順次露光、及びアライメントが行われるが、その交換の際に中央部のウエハ干渉計144Dを避ける必要がある。しかしながら、そのウエハ干渉計144Dの存在によって、ウエハステージ40A、40Bを交換した場合にもY軸の移動鏡56AY、56BYはそのまま位置計測に使用されるため、アライメント時及び露光時共にウエハステージ40A、40BのY方向の位置を継続して高精度に計測できる利点がある。また、この変形例のウエハステージも、モジュール方式又はボックス方式で効率的に組み立てることができる。

#### 【0151】

次に、本発明の更に別の実施の形態の投影露光装置につき図20～図24を参照して説明する。本例もステップ・アンド・スキャン方式、又はステップ・アンド・スティッチ方式の投影露光装置に本発明を適用したものであり、図20～図24において、図1～図3に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明を省略する。

#### 【0152】

図20は、本例の投影露光装置を示す一部を切り欠いた正面図であり、この図20において、床上に4箇所（又は3箇所等）の防振台31を介して定盤32、コラム33A、33B、防振台36、及び支持板37が設置され、支持板37上のコラム151A、151B、及びコラム33B上のコラム154を介して箱状に密閉されたレチクル室23Nが設置されている。そして、コラム151A、151Bの上にレチクル室23Nの底面部を挟むようにレチクルベースとしての支持板35が設置され、コラム154の上にレチクル室23Nの+Y方向の底面部を挟むようにベース部材155が設置されている。本例では、定盤32、コラム33A、33B、防振台36、支持板37、コラム151A、151B、154よりフレーム機構が構成されている。

#### 【0153】

レチクル室23Nの上面の開口を覆うように軟性シールド部材18Bを介して照明光学系の一部が収納されたサブチャンバ19が配置され、サブチャンバ19から露光光ILが供給されている。また、支持板35の上面（ガイド面）にエアーベーリングを介して2次元的に摺動自在にレチクルステージ24が配置され、レチクルステージ24の内部に走査方向（Y方向）に隣接して2枚のレチクルR1, R2が保持されている。レチクルステージ24は、ベース部材155上のリニアモータ方式の駆動部156によって、連結部材157を介して運動量保存則を満たすように駆動される。支持板35の-Y方向側にY軸のレチクル干渉計158が設置され、レチクル干渉計158は、投影光学系PLの側面の3軸のコーナキューブ型の参照鏡159を基準としてレチクルステージ24のY方向の位置を計測し、計測値を不図示の主制御系に供給する。

#### 【0154】

この場合、例えば振動等で支持板35が回転すると、支持板35に対して相対的に投影光学系PLが回転するため、その主制御系は、3軸の参照鏡159を基準とする位置計測結果の差分より、投影光学系PLのZ軸の回りの回転角（ヨーイング量）、及びX軸の回りの回転角（ローリング量）を算出し、この結果に基づいて投影光学系PLに対するレチクルステージ24の位置関係を補正する。同様に、X軸のレチクル干渉計も備えられ、このレチクル干渉計によって投影光学系PLに対するレチクルステージ24のX方向の位置が高精度に計測される。本例では、レチクルステージ24、駆動部156、連結部材157、及びレチクル干渉計158等からレチクルステージ系RSTNが構成され、レチクルステージ系RSTNはレチクル室23N内に密閉され、レチクル室23N内には不図示の配管を介してバージガス（ヘリウム等）が供給されている。この際に、レチクル室23Nとコラム151A, 151Bとの間を覆うように軟性シールド部材165A, 165Bが装着され、レチクル室23Nと投影光学系PLの先端部との間を覆うように軟性シールド部材165Cが装着され、バージガスに外気が混入しないように構成されている。軟性シールド部材165A～165Cは、軟性シールド部材18Bと同様の素材より形成されている。

#### 【0155】

また、定盤32の上面に投影光学系PLの下端部を囲むように、箱状に密閉されたウエハ室38Nが設置され、ウエハ室38Nの底面上にエアーベアリングを介してX方向、Y方向に摺動自在に並列に2つのウエハステージ40B, 40A(図20ではウエハステージ40Bが現れている)が載置され、ウエハステージ40B, 40A上にそれぞれウエハW2, W1が保持されている。本例のウエハステージ40A, 40Bはリニアモータ方式の駆動部163によって運動量保存則を満たすように駆動されるが、この際に例えば床面から定盤32、及びウエハ室38の底面を通して連結部材164を設置して、ウエハステージ40A, 40Bを駆動する際の反力を床面に逃がすようにしてもよい。

#### 【0156】

また、ウエハ室38Nの上面に、投影光学系PLの下部側面を囲むようにセンサ取り付け板160が配置されている。センサ取り付け板160は、支持板37の底面に固定された2本のコラム153によって支持されており、センサ取り付け板160の底面の-Y方向側にY軸のウエハ干渉計161が設置され、ウエハ干渉計161は、投影光学系PLの側面の3軸のコーナキューブ型の参照鏡164を基準としてウエハステージ40A, 40BのY方向の位置を計測し、計測値を不図示の主制御系に供給する。

#### 【0157】

この場合にも、その主制御系は、3軸の参照鏡164を基準とする位置計測結果の差分より、投影光学系PLのZ軸の回りの回転角(ヨーイング量)、及びX軸の回りの回転角(ローリング量)を算出し、この結果に基づいて投影光学系PLに対するウエハステージ40A, 40Bの位置関係を補正する。同様に、X軸のウエハ干渉計も備えられ、このウエハ干渉計によって投影光学系PLに対するウエハステージ40A, 40BのX方向の位置が高精度に計測される。本例では、ウエハステージ40A, 40B、駆動部163、及びウエハ干渉計161等からダブル・ウエハステージ方式のウエハステージ系WSTNが構成され、ウエハステージ系WSTNはウエハ室38N内に密閉され、ウエハ室38N内のウエハステージ40A, 40Bの周囲には不図示の配管を介してバージガス(ヘリウム等)が供給されている。同様に、投影光学系PL内にもバージガスが供給されて

いる。

【0158】

この際に、ウエハ室38N内で投影光学系PLの最下端部を含む平面部を覆うように軟性シールド部材165Eが装着され、ウエハ室38Nとコラム33A, 33Bとの間を覆うように軟性シールド部材165Dが装着され、ウエハ室38N内のウエハステージ40A, 40Bの周囲のバージガスに外気が混入しないように構成されている。また、センサ取り付け板160の底面には、アライメントセンサ27及び斜入射方式で多点のオートフォーカスセンサ（AFセンサ）152が配置されている。その他の照明光学系及びウエハローダ系等は、図1及び図2の実施の形態と同様である。

【0159】

本例においても、図20のレチクル室23Nの底面、及びウエハ室38Nの上面には投影光学系PLを横方向にスライドできる溝部が形成されており、レチクル室23N及びウエハ室38を別々にモジュール方式（ボックス方式）で組立調整した後、フレーム機構に対してレチクル室23N及びウエハ室38Nを装着することによって、投影露光装置を効率的に組み立てることができる。また、本例では、レチクルステージ24及びウエハステージ40A, 40Bの位置をそれぞれ投影光学系PLを基準として直接計測しているため、計測精度が向上し、高い露光精度が得られる。

【0160】

次に、図20の投影露光装置用のウエハ干渉計の構成の一例につき図21を参考して説明する。

図21(a)は、投影光学系PL及びウエハステージ40Aを示す平面図、図21(b)はその正面図であり、図21(a), (b)において、ウエハステージ40AのY方向の位置を計測するためのY軸のウエハ干渉計170が配置されており、ウエハ干渉計170は、複数軸のレーザビームの射出部171と、これらの射出部171からの複数軸のレーザビームをそれぞれ参照ビームと計測ビームとに分離して再び合成するビームスプリッタ部172と、参照ビームを反射する反射部173と、ダブルパス方式で干渉させるために計測ビームを往復させる

光学ユニット174と、戻された参照ビームと計測ビームとの複数軸の干渉光を受光する光電変換素子よりなる複数のレシーバ175とを備えている。この場合、一例として参照ビームと計測ビームとを異なる偏光状態で僅かに周波数を異ならしめるヘテロダイン干渉方式で計測が行われる。

#### 【0161】

そして、ウエハ干渉計170から射出された2軸の参照ビームLBRは、投影光学系PLの参照鏡としての2軸の反射ユニット176A, 176Bで反射されて反射部173で反射された後、再び反射ユニット176A, 176Bで反射されてビームスプリッタ部172に戻される。一方、ビームスプリッタ部172から射出された複数軸の計測ビームLBMは、光学ユニット174とウエハステージ40AのY軸の移動鏡48AYとの間をミラーM21を介して2回往復した後、ビームスプリッタ部172に戻り、戻された参照ビームLBR及び計測ビームLBMの干渉光がレシーバ175で受光される。レシーバ175の出力信号を処理することによって、投影光学系PLを基準としてウエハステージ40AのY方向の位置、Z軸の回りの回転角、及びX軸の回りの回転角が高精度に計測される。

#### 【0162】

このようにウエハ干渉計170を独立に設けてもよいが、ウエハ干渉計を含むセンサ系の設置面積を小さくするためには、図22に示すようにウエハ干渉計をアライメントセンサに一体化して設けてもよい。図22において、図20に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明を省略する。

図22(a)は、図20の実施の形態の変形例の要部を示し、図22(a)において、投影光学系PLをX方向に挟むようにセンサ取り付け板160に2つのアライメントセンサ27A, 27Bが設置され、アライメントセンサ27A, 27BにそれぞれX軸のウエハ干渉計161A, 161Bが一体的に装着され、投影光学系PLの側面に2つのY軸の参照鏡162A, 162Bが設置されている。また、センサ取り付け板160の両端部に干渉ユニット180A, 180Bが設置され、干渉ユニット180A, 180Bの間に配置されている2つのウエハステージ40A及び40Bの-X方向の端部、及び+X方向の端部にそれぞれX

軸の移動鏡48AX, 48BXが固定され、ウエハステージ40A, 40B上にウエハW1, W2が保持されている。

#### 【0163】

図22(b)は図22(a)中のアライメントセンサ27Aの周辺部の拡大図を示し、この図22(b)に示すように、ウエハ干渉計161Aは、図21の射出部171と、ビームスプリッタ部172と、反射部173と、レシーバ175と、計測ビームを-X方向に反射するミラー部181とを備え、投影光学系PLの参照鏡162Aは図21の反射ユニット176A, 176Bより構成されている。また、干渉ユニット180Aは、図21のダブルバス用の光学ユニット174と同じ光学ユニット182と、計測ビームの光路を+X方向に折り返す反射系183とを備え、ウエハ干渉計161Aからの計測ビームは、干渉ユニット180Aとウエハステージ40Aの移動鏡48AXとの間を2往復してウエハ干渉計161Aに戻されて、ここで参照ビームと干渉する。そして、レシーバ175の検出信号を処理することによって、投影光学系PLを基準としてウエハステージ40AのX方向の位置、Z軸の回りの回転角、及びY軸の回りの回転角が計測される。この構成では、アライメントセンサ27Aに対してウエハ干渉計161Aが一体化されているため、センサ系の設置面積が小さくなり、センサ系を容易に設置できる利点がある。

#### 【0164】

なお、図22の構成に関して、ウエハ干渉計161Aの全部をアライメントセンサ27Aに設けなくともよい。即ち、ウエハ干渉計161Aの一部である射出部171(計測用光源)やレシーバ175(受光部)などは、他の部材、例えば支持板37と一体的に設けるようにしてもよい。この場合、その発熱などによるアライメントセンサ27Aへの悪影響を低減できる。

#### 【0165】

更に、図23(a)は、図22(b)のアライメントセンサ27Aと投影光学系PLとの間にAFセンサの照射部(又は受光部でもよい)152Aを配置した場合の平面図、図23(b)は、図23(a)の正面図であり、図23(a)において、アライメントセンサ27Aには、アライメント時にウエハステージ40

AのY軸の移動鏡48AYの位置を計測するためのY軸のウエハ干渉計161Cが一体的に設置されている。ウエハ干渉計161Cから+Y方向に射出された計測ビームはダブルパス用の光学ユニット184と、Y軸の移動鏡48Yとの間を計測ビームをY方向に折り返す反射系185を経て2往復してウエハ干渉計161Cに戻り、ここで内部で生成される参照ビームと合成されて光電変換され、この検出信号に基づいてアライメントセンサ27Aを基準としてウエハステージ40AのY方向の位置、及びZ軸の回りの回転角（ヨーイング量）が計測される。

#### 【0166】

この場合、ウエハ干渉計161Cから射出される計測ビームは、Z方向においてウエハW1の表面（ウエハ面）と同じ高さで移動鏡48AYに入射しており、X軸の回りのピッティング方向にはアップ誤差が生じないように構成されている。これによって、アライメントセンサ27A（27Bも同様）を基準としてY方向の位置計測を行う場合には、ピッティング量を計測する必要が無くなり、Y軸のウエハ干渉計161Cの構成が簡素化される。

#### 【0167】

これに対して、図23（a）に示すように、X軸の移動鏡48AXの上面はほぼウエハ面と同じ高さであり、X軸の計測ビームをウエハ面と同じ高さで移動鏡48AXに照射するのは困難である。そこで、X方向の位置計測に関しては、Z方向に離れた2軸の計測ビームを供給して、Y軸の回りの回転角（ローリング量）を計測し、この計測値に基づいてローリング量に起因するアップ誤差の補正を行うようにしている。

#### 【0168】

また、図23の構成例では、ウエハ干渉計161Aから投影光学系PLの参照鏡162Aに供給される参照ビームは、AFセンサの照射部152Aの周囲を通過しているため、アライメントセンサ27A、ウエハ干渉計161A、及びAFセンサを極めて小さい配置面積で設置できる利点がある。

図24（a）は図23のY軸の移動鏡48AY、図24（b）は図23のX軸の移動鏡48AXを示し、図23の構成例では、図24（a）に示すように、アライメントセンサ27A、27Bを基準としたY方向の位置計測用として、それ

それ1軸の計測ビームLBB, LBCが移動鏡48AYにウエハ面WSと同じ高さで供給される。この場合、本例はダブルパス方式であるため、各計測ビームLBB, LBCはそれぞれ2本のビームより構成されている。これは以下の計測ビームも同様である。そして、投影光学系PLを基準としたY方向の位置計測用として、3軸（ダブルパス方式で6本）の計測ビームLBAが移動鏡48AYに供給され、最小限で1軸の参照ビームLBRが投影光学系PLの参照鏡162Cに供給されている。なお、参照鏡162Cは、図21の反射ユニット176Aと同じ光学系であり、計測ビームLBAの内の2軸はウエハ面WSと同じ高さである。

#### 【0169】

また、図24（b）に示すように、投影光学系PLを基準としたX方向の位置計測用として、3軸（ダブルパス方式で6本）の計測ビームLBDが移動鏡48AXに供給され、最小限で1軸の参照ビームLBRが投影光学系PLの参照鏡162Aに供給されている。なお、図23の参照鏡162Aは2軸分であるが、図24（b）の参照鏡162Aは、最小限必要な1軸分で表している。X軸の計測ビームLBDは何れもウエハ面WSよりも低い高さで照射されている。更に、本例では図22の第2のウエハステージ40BのX軸の移動鏡48BXに対しても3軸の計測ビームが照射される。また、レーザ干渉計の光路上のバージガスの屈折率の計測用に1軸分の計測ビームを使用するものとすると、ウエハ干渉計の全体としては、参照ビームを除いて、以下のように12軸分の計測ビームが必要である。

#### 【0170】

アライメントセンサ用の2軸+投影光学系用の3軸×3+屈折率計測用の1軸  
= 12軸

なお、上記の実施の形態のレチクルステージ系RST、及びウエハステージ系WSTは、ダブル・ホルダ方式又はダブル・ステージ方式であり、高いスループットが得られる。しかしながら、例えば露光装置をより小型化したいような場合には、レチクルステージ系及びウエハステージ系の少なくとも一方をシングル・ホルダ方式のシングル・ステージとしてもよく、この場合にも本発明が適用でき

る。

#### 【0171】

次に、上記の実施の形態の投影露光装置を使用した半導体デバイスの製造工程の一例につき図25を参照して説明する。

図25は、半導体デバイスの製造工程の一例を示し、この図20において、まずシリコン半導体等からウエハWが製造される。その後、ウエハW上にフォトレジストを塗布し（ステップS10）、次のステップS12において、図1のレチクルR1を照明領域の下方に移動して、レチクルR1のパターン（符号Aで表す）をウエハW上の全部のショット領域SEに走査露光する。なお、ウエハWは例えば直径300mmのウエハ（12インチウエハ）であり、ショット領域SEの大きさは一例として非走査方向の幅が25mmで走査方向の幅が33mmの矩形領域である。次に、ステップS14において、現像及びエッチングやイオン注入等を行うことにより、ウエハWの各ショット領域SEに所定のパターンが形成される。

#### 【0172】

次に、ステップS16において、ウエハW上にフォトレジストを塗布し、その後ステップS18において、図1のレチクルR1の代わりにレチクルR2を照明領域の下方に移動して、レチクルR2のパターン（符号Bで表す）をウエハW上の各ショット領域SEに走査露光する。そして、ステップS20において、ウエハWの現像及びエッチングやイオン注入等を行うことにより、ウエハWの各ショット領域に所定のパターンが形成される。

#### 【0173】

以上の露光工程～パターン形成工程（ステップS16～ステップS20）は所望の半導体デバイスを製造するのに必要な回数だけ繰り返される。そして、ウエハW上の各チップCPを1つ1つ切り離すダイシング工程（ステップS22）や、ボンディング工程、及びパッケージング工程等（ステップS24）を経ることによって、製品としての半導体デバイスSPが製造される。

#### 【0174】

また、上記の実施の形態では、走査露光方式の投影露光装置に本発明を適用し

たが、本発明はこれに限られず、ステップ・アンド・リピート方式等の一括露光型（静止露光型）の投影露光装置、プロキシミティ方式の露光装置、あるいは、X線等のEUV光を露光ビームとする露光装置や電子線やイオンビーム（エネルギー線）を光源（エネルギー源）とする荷電粒子線露光装置であっても同様に適用することができる。

#### 【0175】

なお、露光装置の用途としては半導体素子製造用の露光装置に限定されることなく、例えば、角型のガラスプレートに形成される液晶表示素子、若しくはプラズマディスプレイ等のディスプレイ装置用の露光装置や、撮像素子（CCD等）、マイクロマシン、又は薄膜磁気ヘッド等の各種デバイスを製造するための露光装置にも広く適用できる。更に、本発明は、各種デバイスのマスクパターンが形成されたマスク（フォトマスク、レチクル等）をフォトリソグフィ工程を用いて製造する際の、露光工程（露光装置）にも適用することができる。

#### 【0176】

また、ウエハステージ系やレチクルステージ系にリニアモータを用いる場合、エアーベアリングを用いたエアー浮上型、又は磁気浮上型等の何れの方式で可動ステージを保持してもよい。

なお、本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得ることは勿論である。

#### 【0177】

##### 【発明の効果】

本発明の第1、第2の露光方法及び第1の露光装置によれば、ステージ系をモジュール方式で組み立てる場合にも、ステージ系に対して第1物体又は第2物体を正確な位置関係で受け渡すことができる。従って、ステージ系の組立調整が容易であると共に、露光装置全体の組立調整を容易に、かつ迅速に行うことができる。

#### 【0178】

そして、ステージ室と搬送室との間を覆う被覆部材を設けた場合には、そのステージ室の内部に露光ビームを透過する気体を供給する場合に、その気体を有効

を利用して、その光路でのその気体の濃度を高く維持できる。

また、本発明の第3の露光方法、及び第2の露光装置によれば、搬送途中で第1物体又は第2物体の位置合わせを行っているため、ステージ系に対する位置合わせ精度が向上する。従って、ステージ系をモジュール方式で構成することができ、露光装置全体の組立調整を容易に、かつ迅速に行うことができる。

#### 【0179】

また、本発明の第4の露光方法、及び第3、第4の露光装置によれば、ステージ系、又は計測系を小型化できるため、モジュール方式を採用してステージ系等を組み立てる場合に、露光装置の設置面積を小さくできる。

また、本発明の第5～第7の露光装置によれば、ステージ系を例えモジュール方式で容易に組み立てることができると共に、ステージ系と投影系との位置関係を高精度に計測できる利点がある。

#### 【0180】

更に本発明のデバイス製造方法によれば、本発明の露光方法を用いて低コストで、又は高いスループットで各種デバイスを製造できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態の一例の投影露光装置を示す一部を切り欠いた概略構成図である。

【図2】 図1の投影露光装置の一部を切り欠いた右側面図である。

【図3】 図2のウエハ室38及びウエハローダ室70の内部のウエハステージ系及びウエハローダ系を示す一部を切り欠いた平面図である。

【図4】 図3のウエハ室38及びウエハローダ室70の外観を示す平面図である。

【図5】 図3のウエハ室38及びウエハローダ室70に対するバージガスの吹き出し口及び排気口等を示す平面図である。

【図6】 図2(図3)の投影光学系PL、ウエハ室38、及びウエハローダ室70の組立調整時の状態を示す斜視図である。

【図7】 (a) は投影光学系PLとウエハ室との間の軟性シールド部材18Dを示す図、(b) は搬送口52A、74Aの間の軟性シールド部材18Fを

示す図である。

【図8】 (a) は図3中のウェハローダ室70の左半面の内部を示す一部を切り欠いた平面図、(b) は図8 (a) の一部を切り欠いた正面図である。

【図9】 図3のスライドアーム77Aによるウェハの搬送動作の説明図である。

【図10】 (a) は実施の形態の一例のプリアライメント機構92Aのロードアーム116を示す平面図、(b) はその正面図、(c) は図10 (b) のCC線に沿う断面図である。

【図11】 (a) はそのプリアライメント機構92Aのロードアーム116及びアンロードアーム124を示す平面図、(b) はその正面図である。

【図12】 ロードアーム116によってウェハステージ上にウェハをロードする際の動作説明図である。

【図13】 (a) は実施の形態の一例のウェハホルダを示す平面図、(b) は図13 (a) に対応するウェハステージの部分を正面から見た断面図、(c) は図13 (b) からウェハW1を上昇させた状態を示す図、(d) は図13 (c) から更にウェハホルダ128を上昇させる状態を示す図である。

【図14】 本発明の実施の形態の他の例のウェハの搬出動作を示す説明図である。

【図15】 本発明の実施の形態の他の例のウェハの搬送機構を示す図である。

【図16】 本発明の実施の形態の他の例のウェハステージ系を示す平面図である。

【図17】 図16のウェハステージ系を示す斜視図である。

【図18】 図16のウェハステージ系の変形例を示す平面図である。

【図19】 図18のウェハステージ系を示す斜視図である。

【図20】 本発明の実施の形態の更に別の例の投影露光装置を示す一部を切り欠いた正面図である。

【図21】 (a) は図20の投影露光装置に使用できるウェハ干渉計の一例を示す平面図、(b) はその正面図である。

【図22】 (a) は図20の投影露光装置の変形例の要部を示す正面図、(b) は図22 (a) のアライメントセンサ27A及びこの周囲の部材の構成を拡大して示す正面図である。

【図23】 (a) は図22のウエハ干渉計の変形例を示す平面図、(b) はその正面図である。

【図24】 図23のウエハ干渉計の計測軸の説明図である。

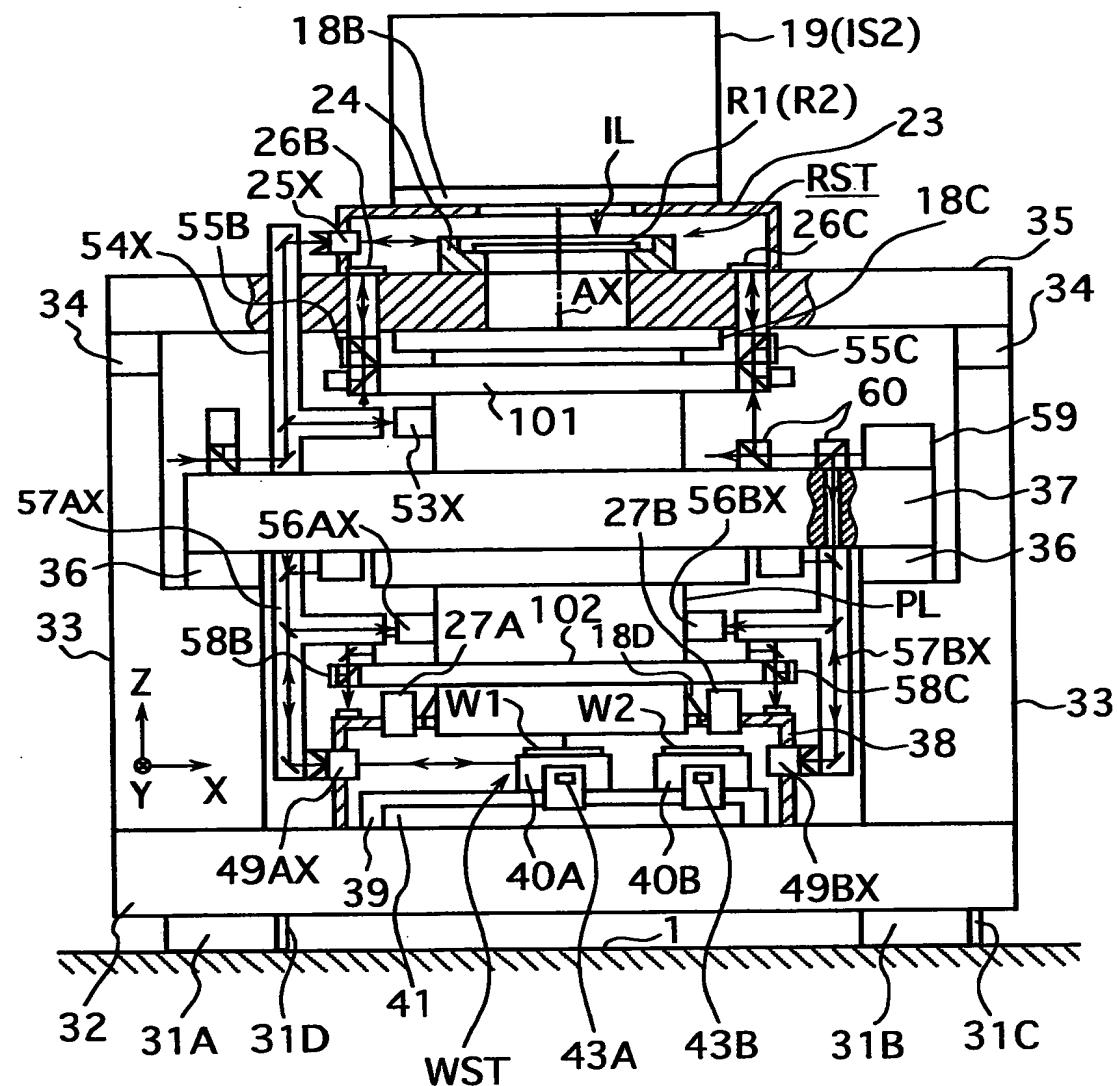
【図25】 本発明の実施の形態の一例の投影露光装置を用いた半導体デバイスの製造工程の一例を示す図である。

【符号の説明】

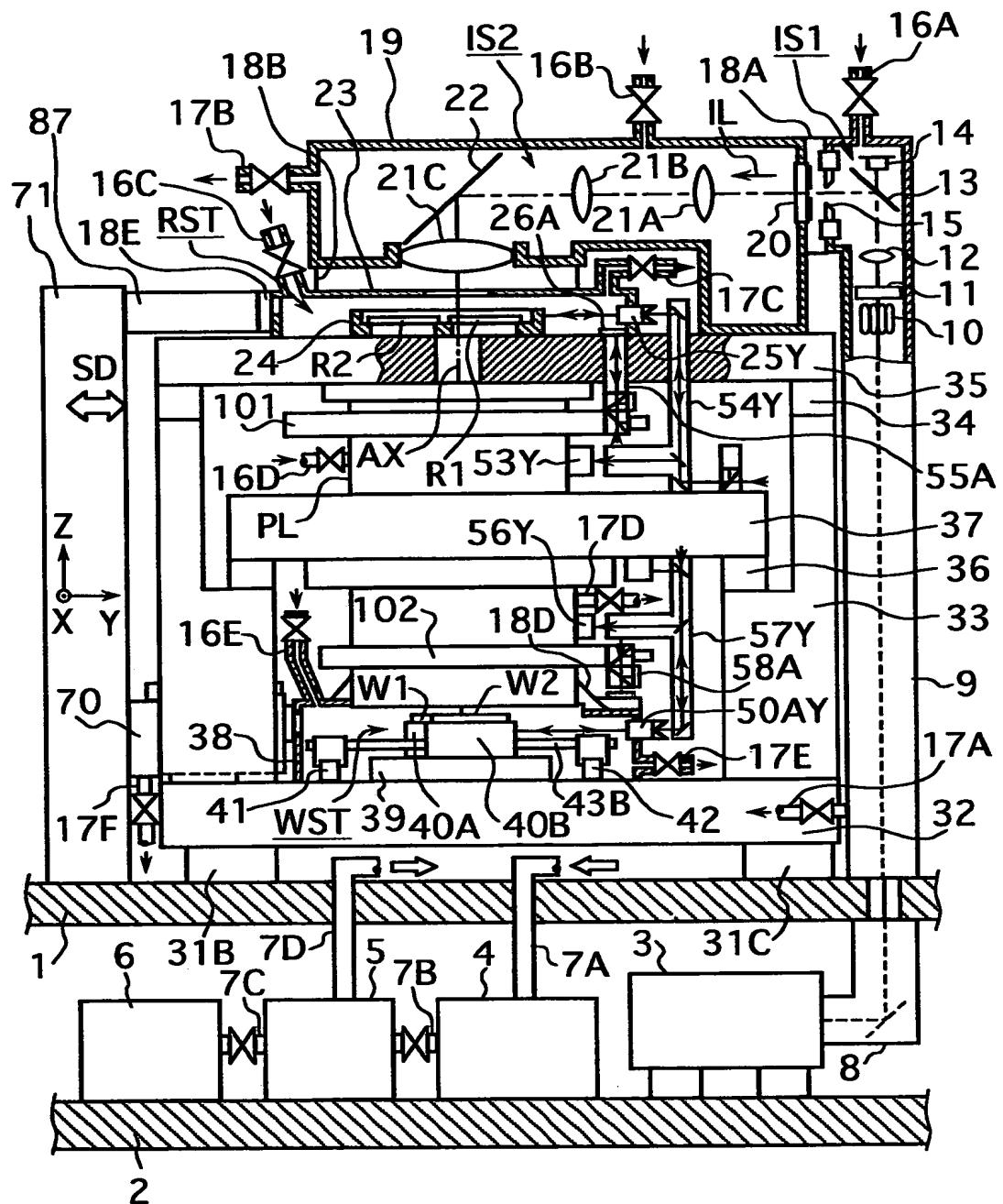
3 …露光光源、4 …回収装置、5 …給氣装置、9, 19 …サブチャンバ、IS  
1 …第1照明系、IS2 …第2照明系、18A ~ 18G …軟性シールド部材、2  
3 …レチクル室、RST …レチクルステージ系、24 …レチクルステージ、R1  
, R2 …レチクル、25X, 25Y …レチクル干渉計、PL …投影光学系、38  
…ウエハ室、WST …ウエハステージ系、40A, 40B …ウエハステージ、W  
1, W2 …ウエハ、49AX, 49BX, 50AY …ウエハ干渉計、54X, 5  
4Y, 57AX, 57BX, 57Y …干渉計ユニット、55A ~ 55C, 58A  
~ 58C …干渉計ユニット、70 …ウエハローダ室、72A, 72B …待機室、  
73 …予備室、WRDA, WRDB …ウエハローダ系、71 …インターフェース  
・コラム、116 …ロードアーム、124 …アンロードアーム

【書類名】 図面

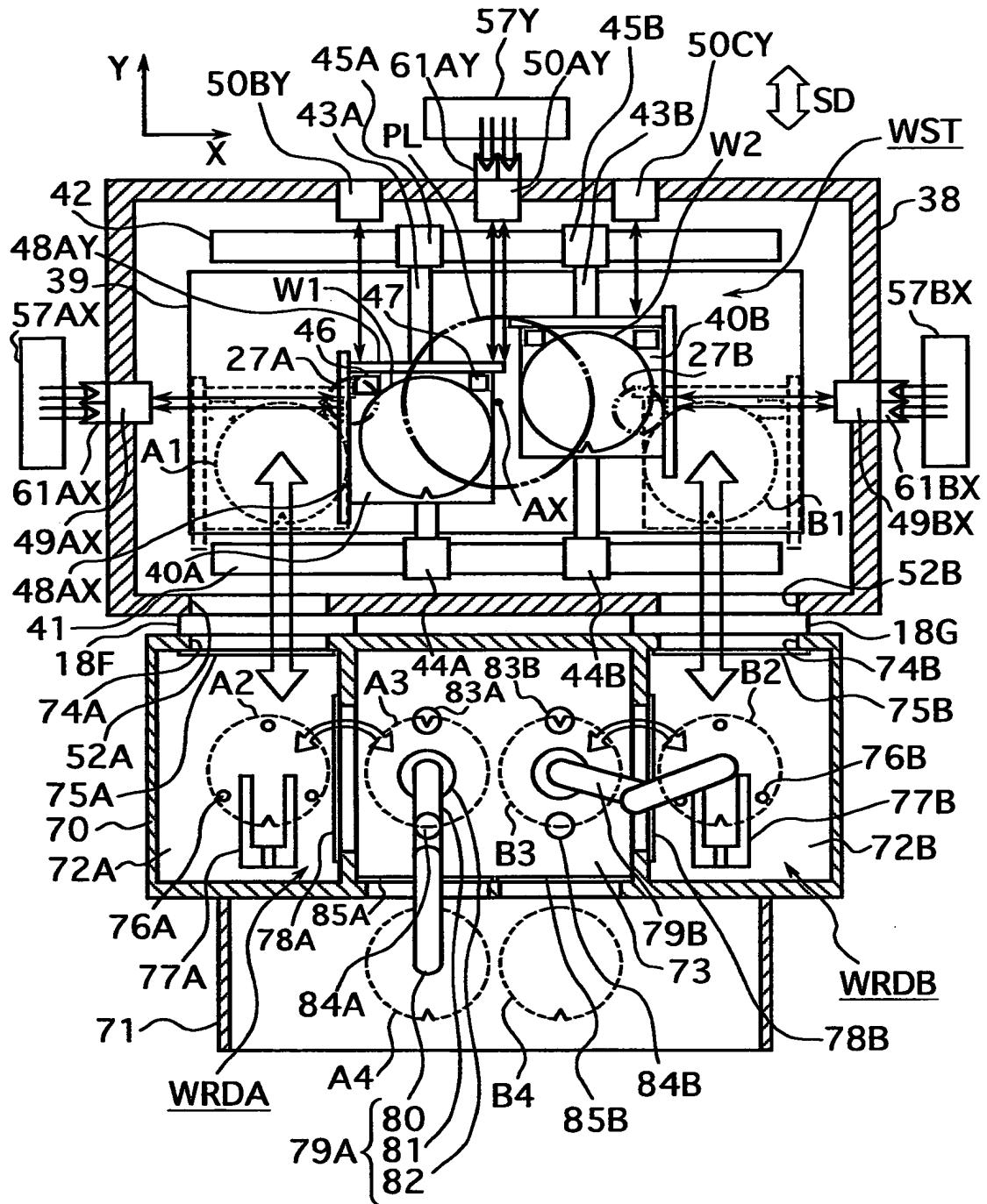
【図1】



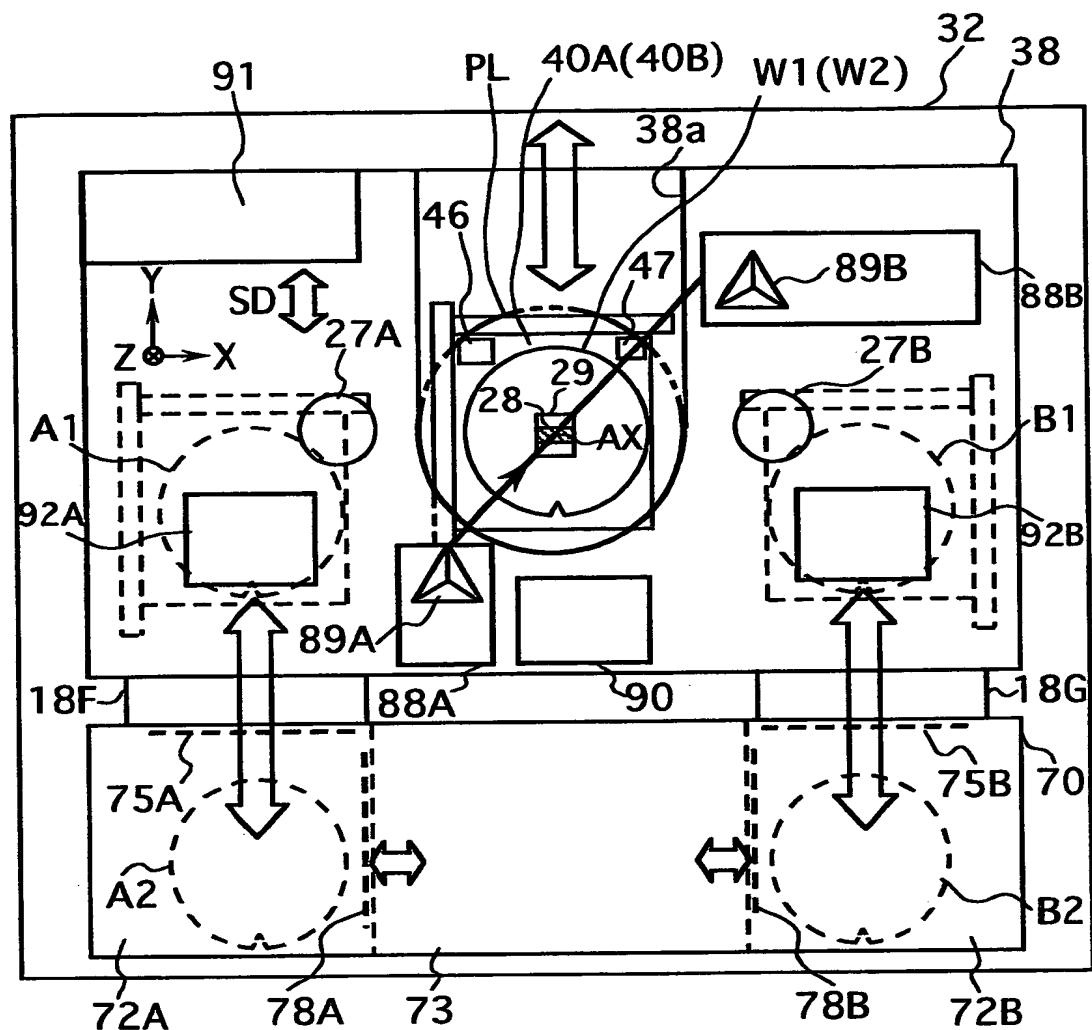
【図2】



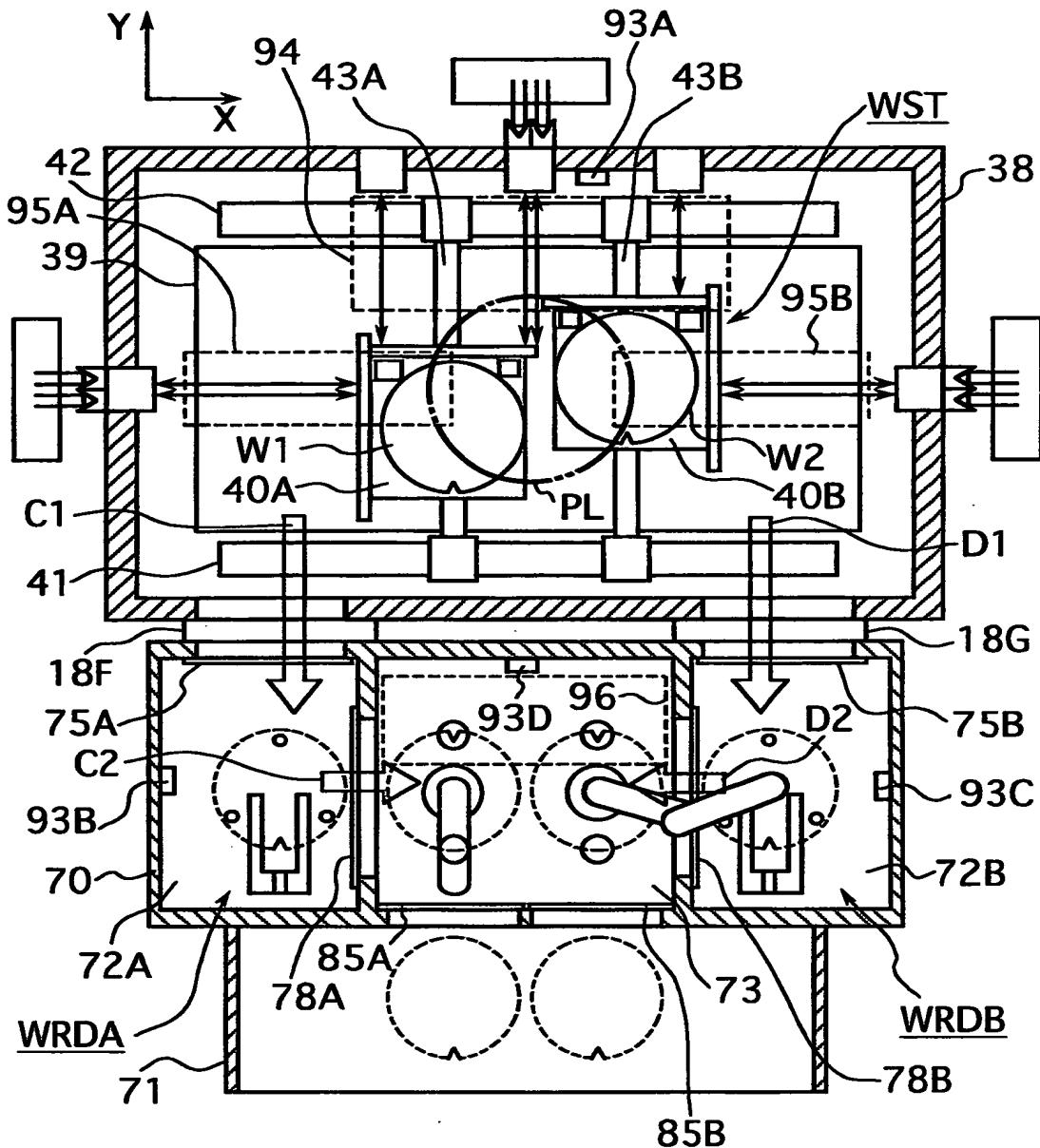
### 【図3】



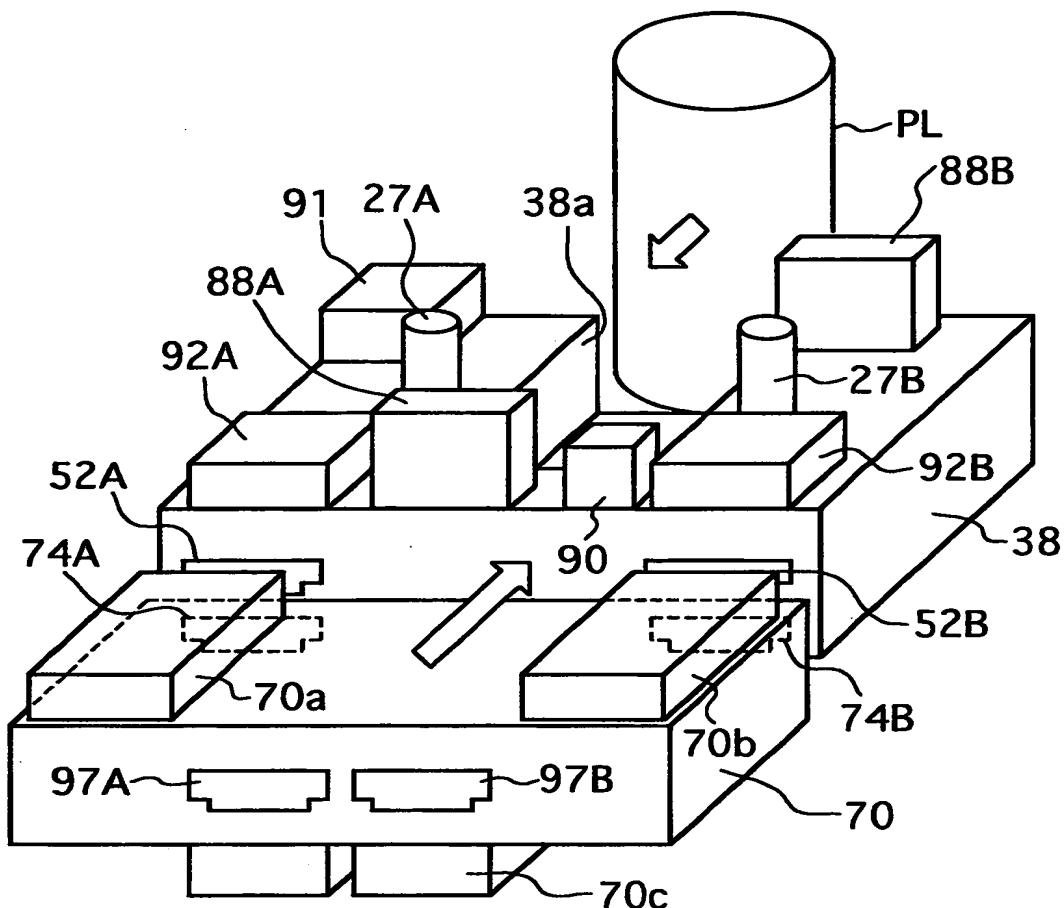
【図4】



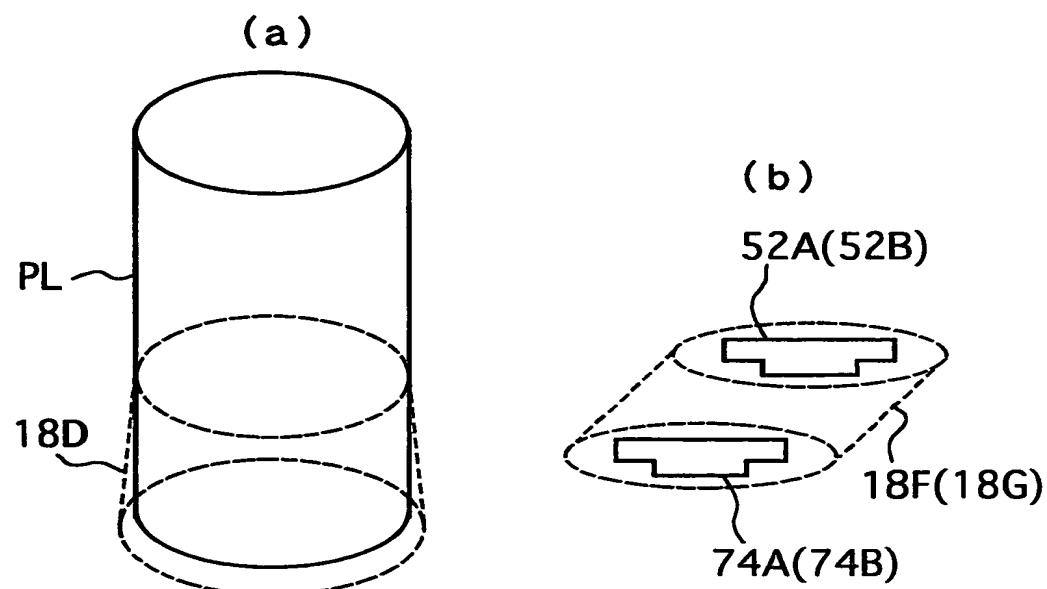
【図5】



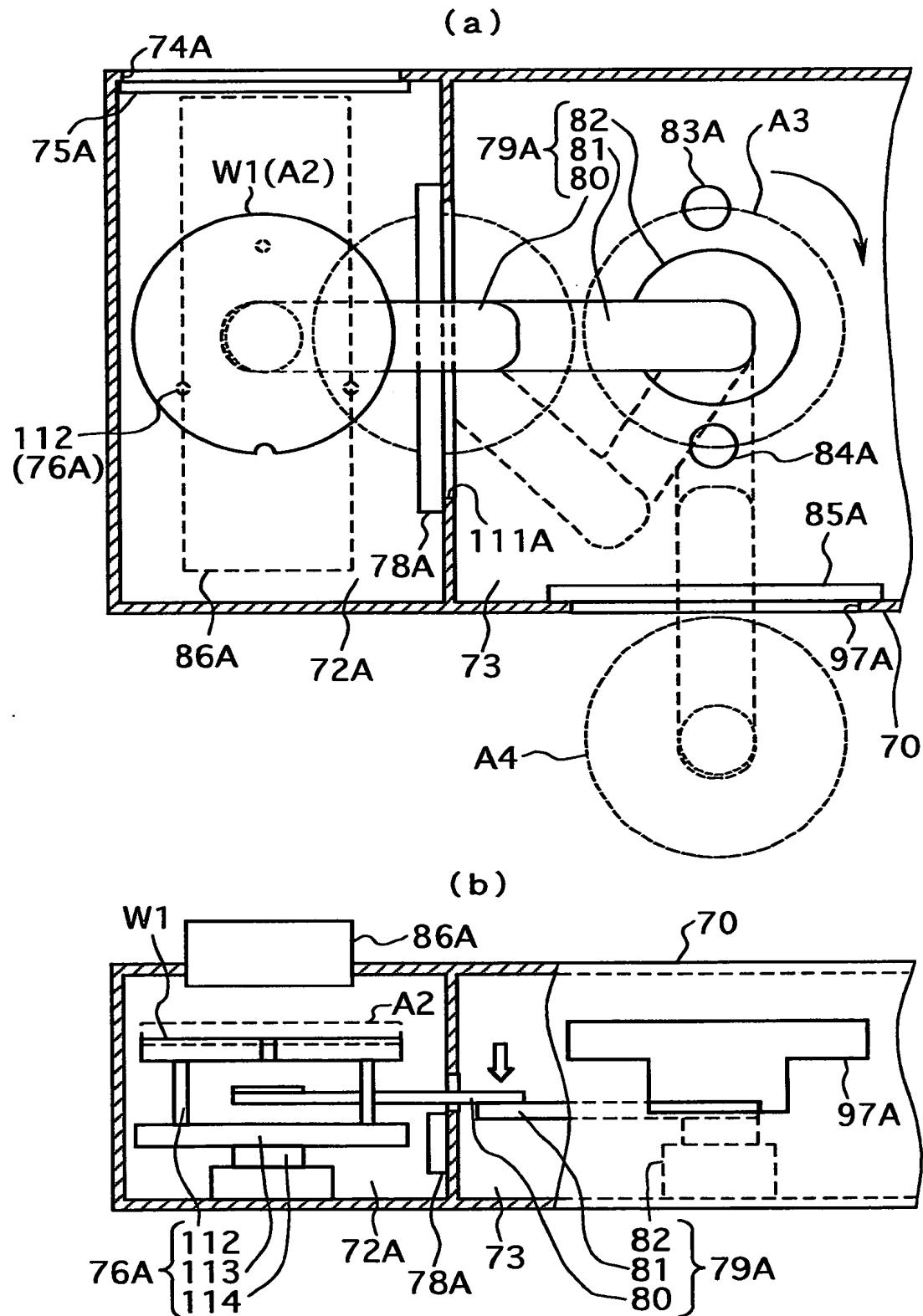
【図6】



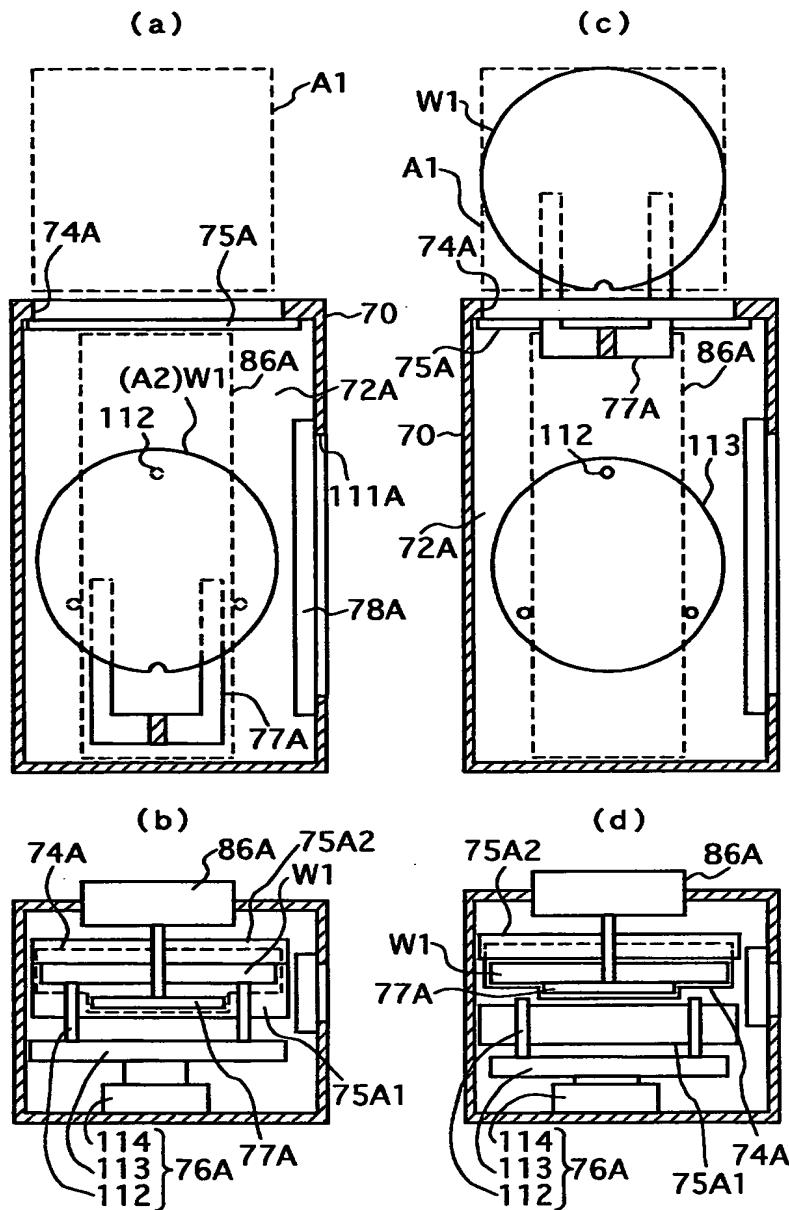
【図7】



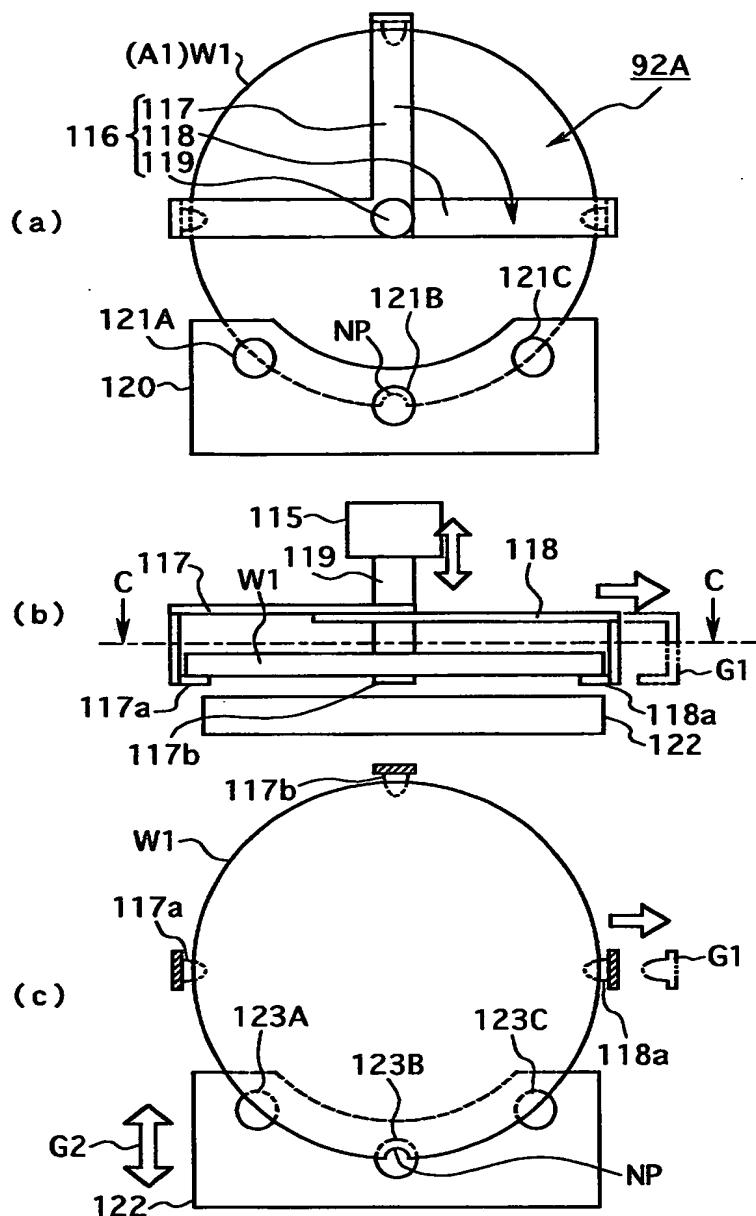
【図8】



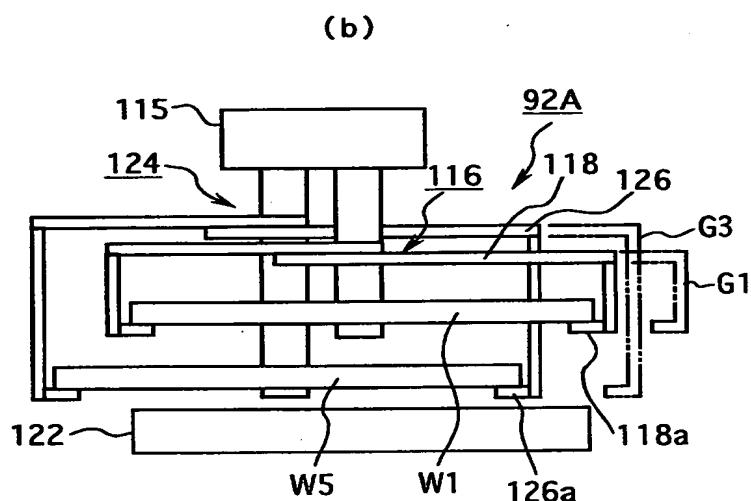
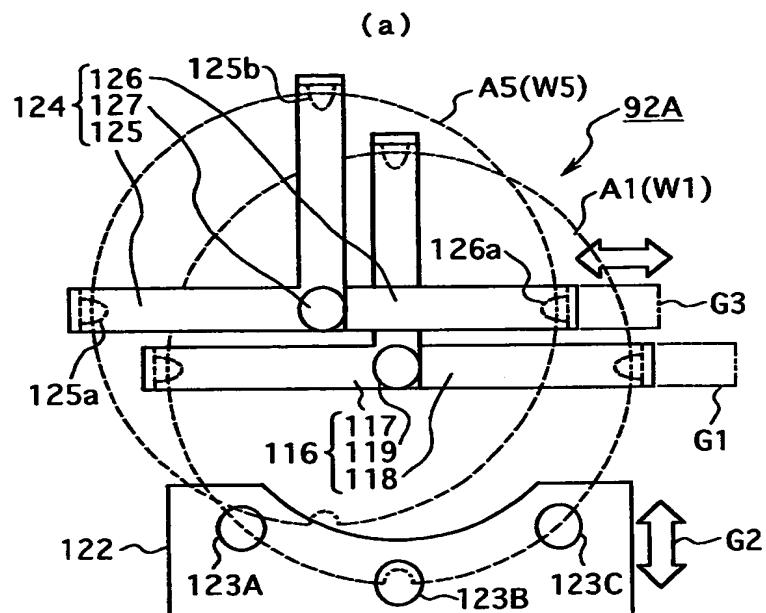
【図9】



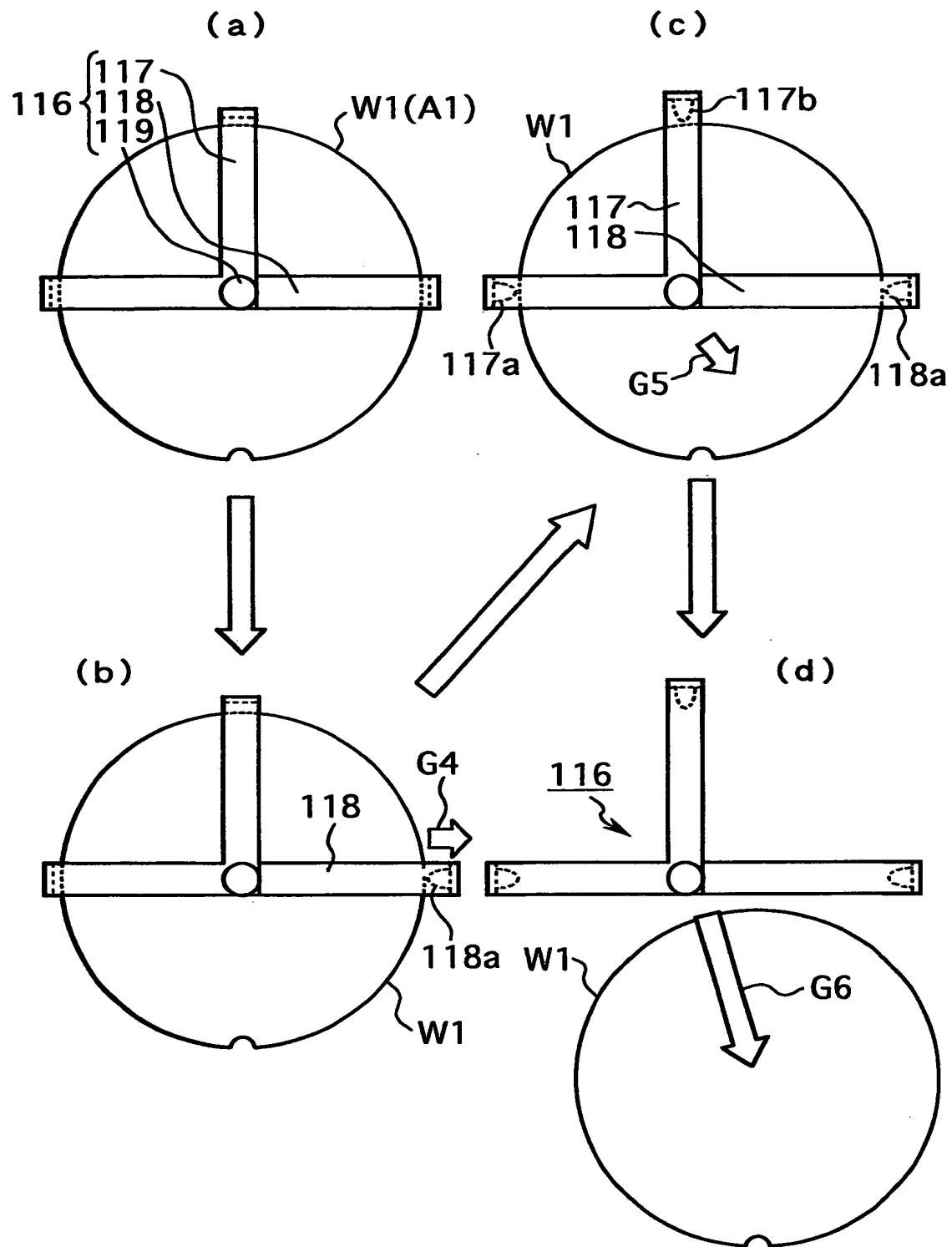
【図10】



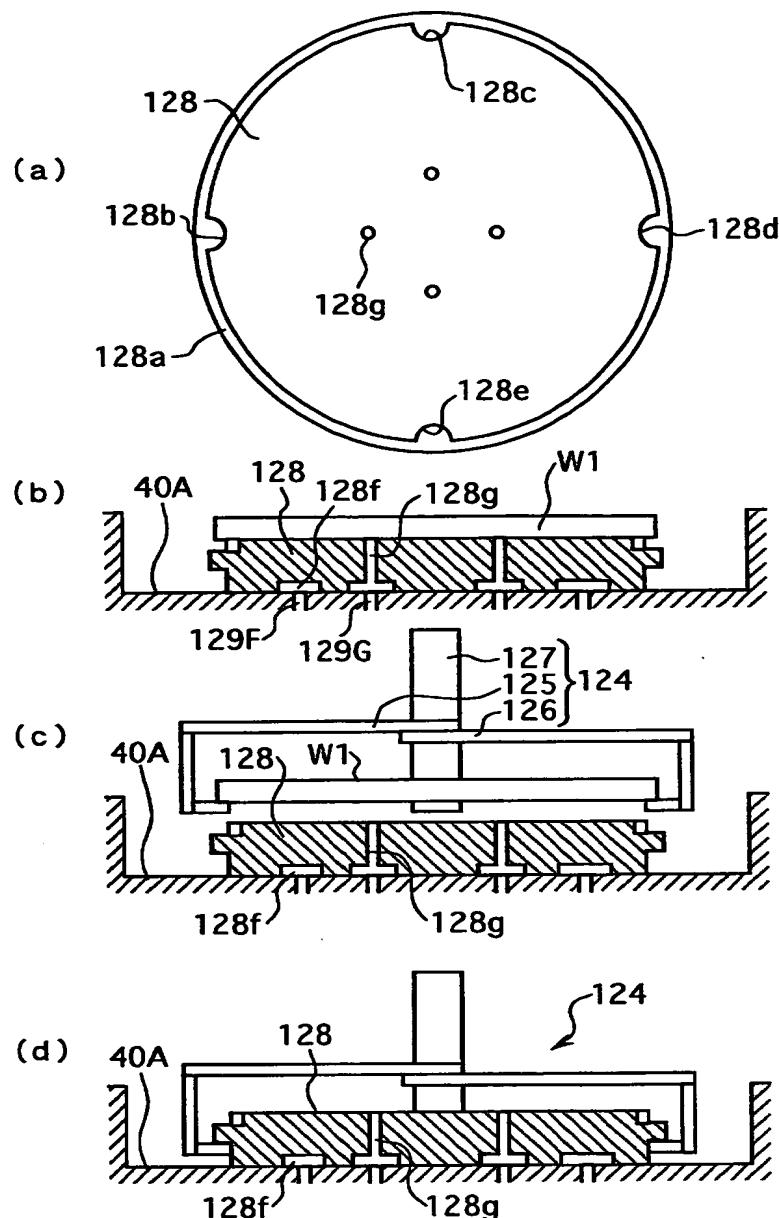
### 【図11】



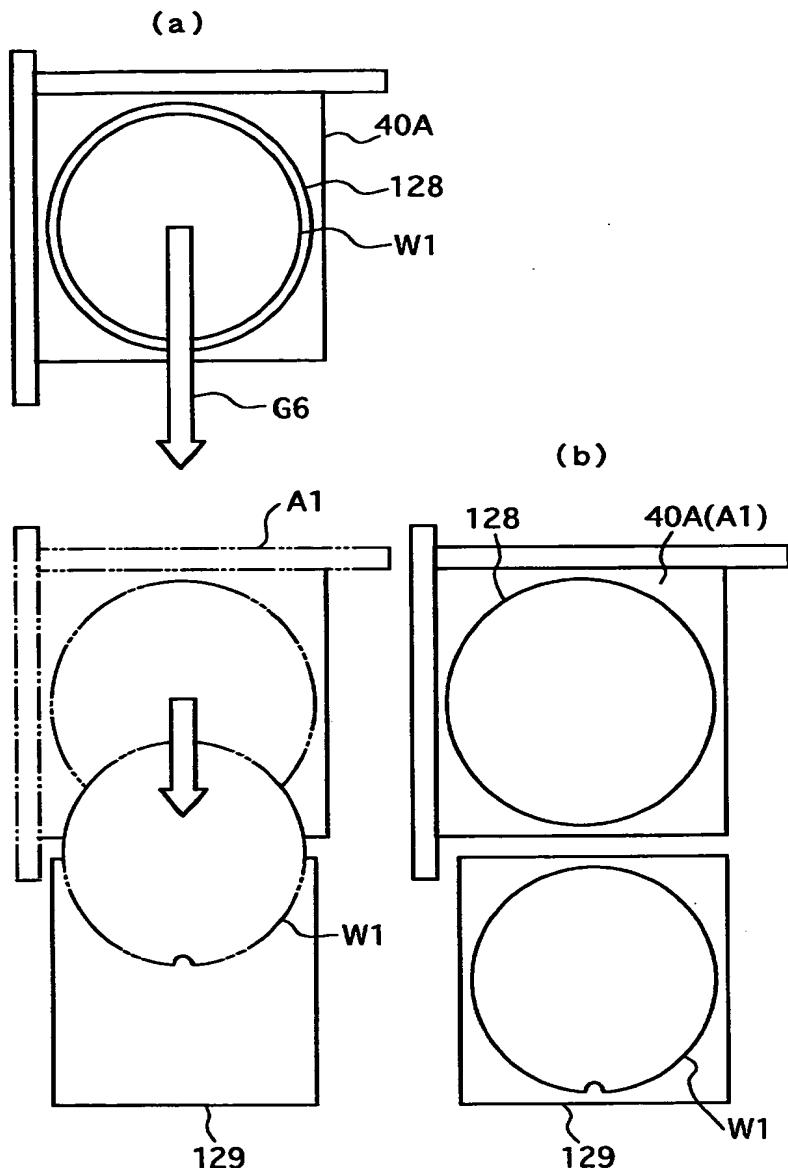
【図12】



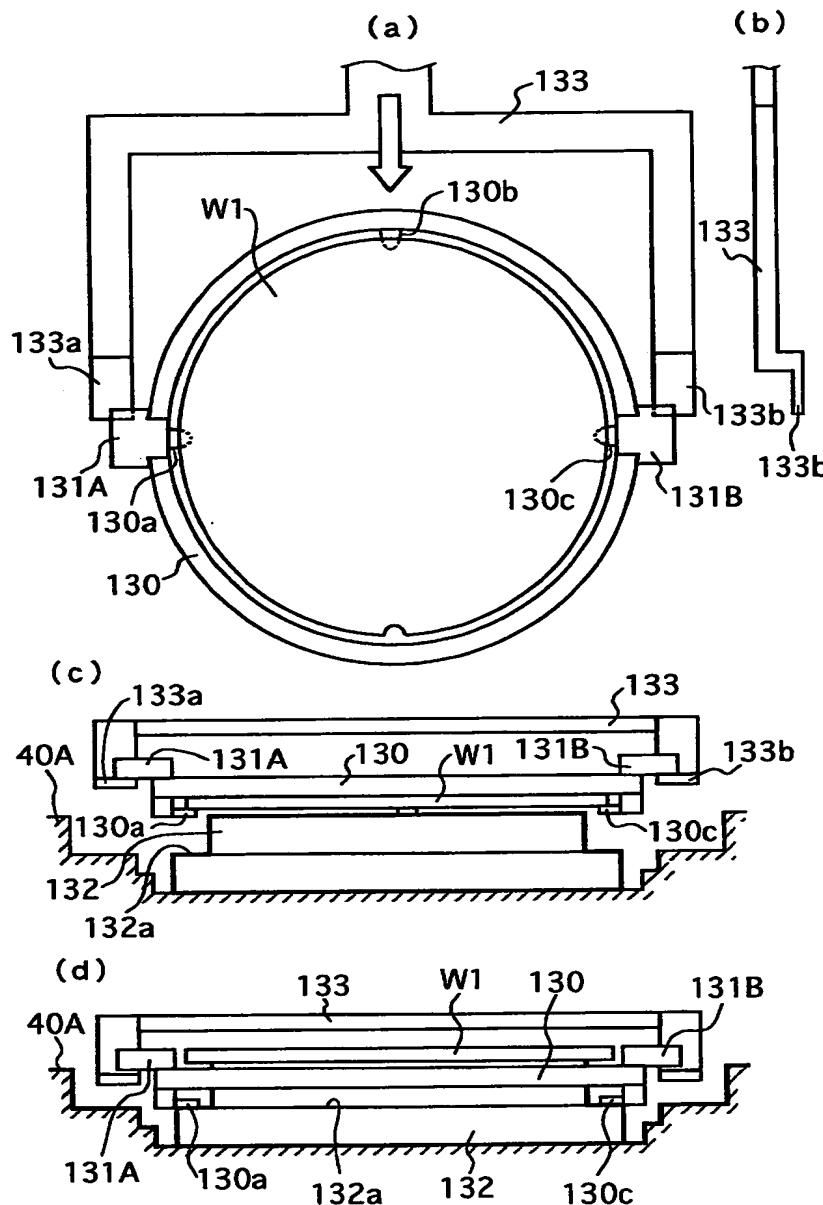
【図13】



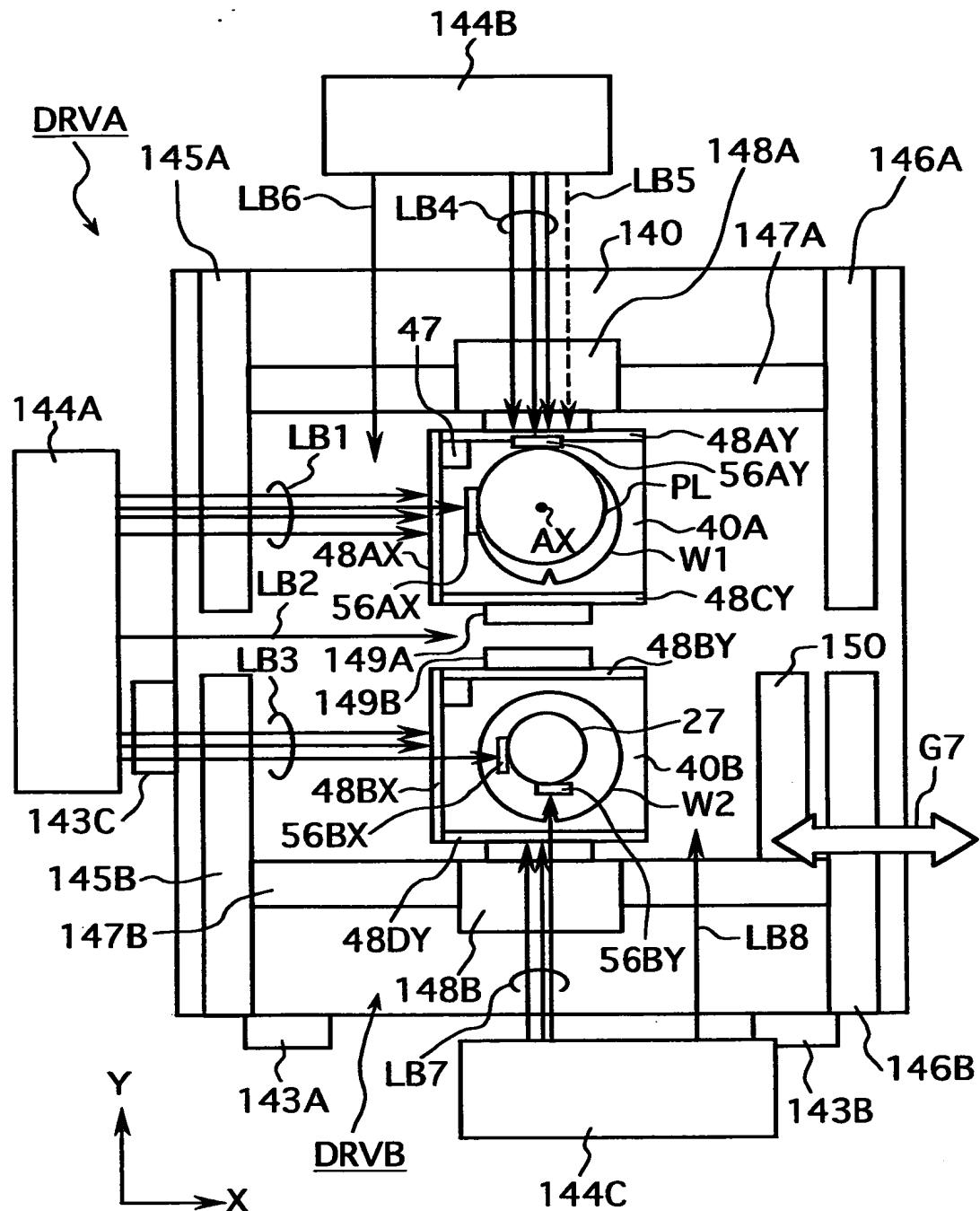
【図14】



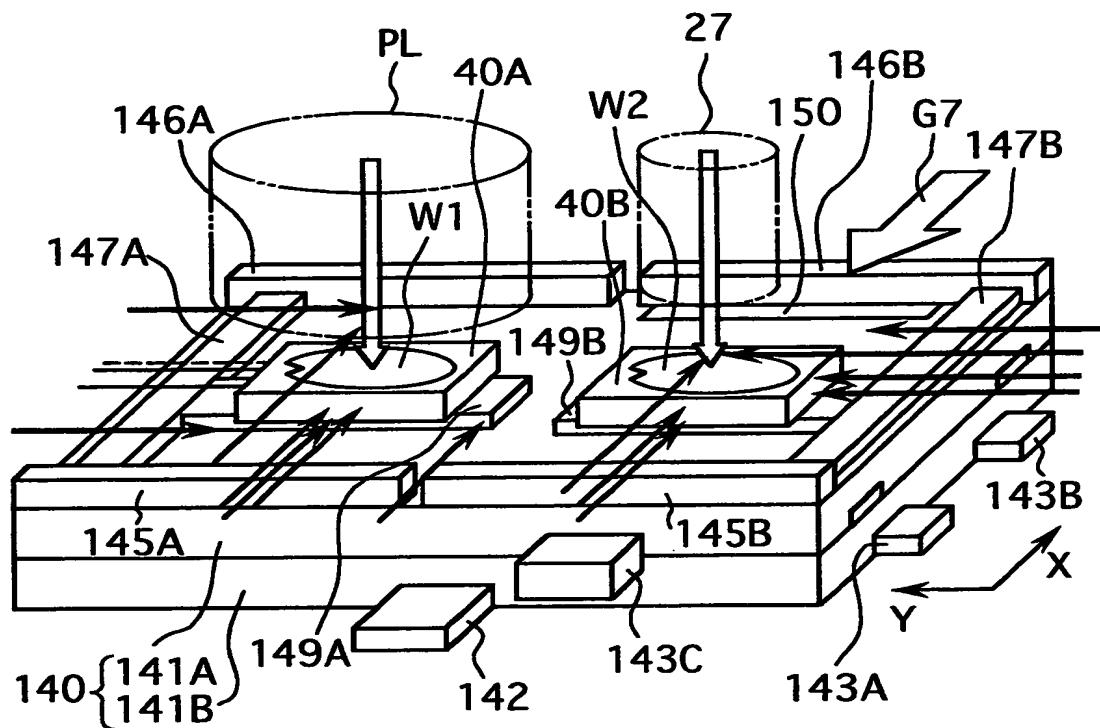
【図15】



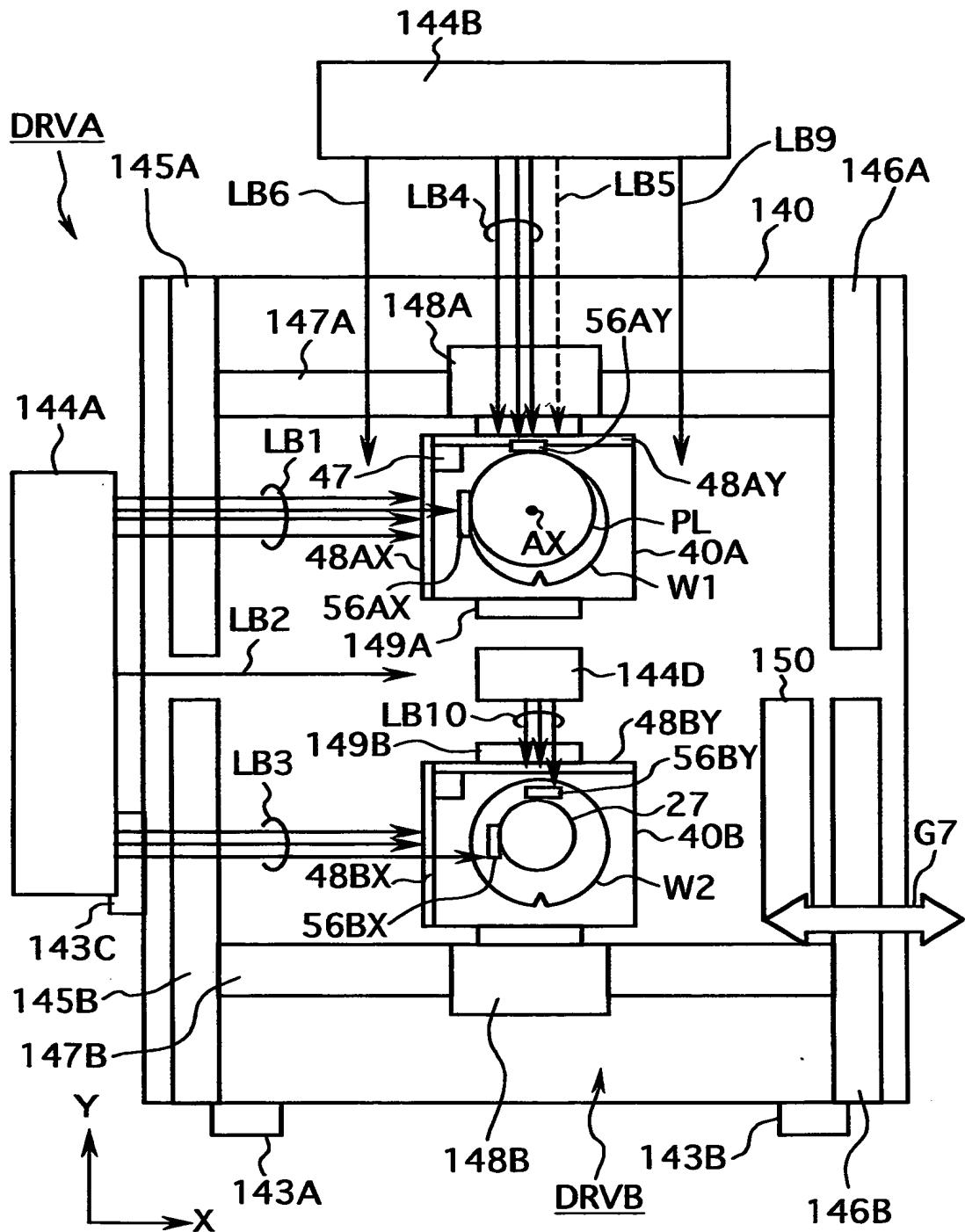
【図16】



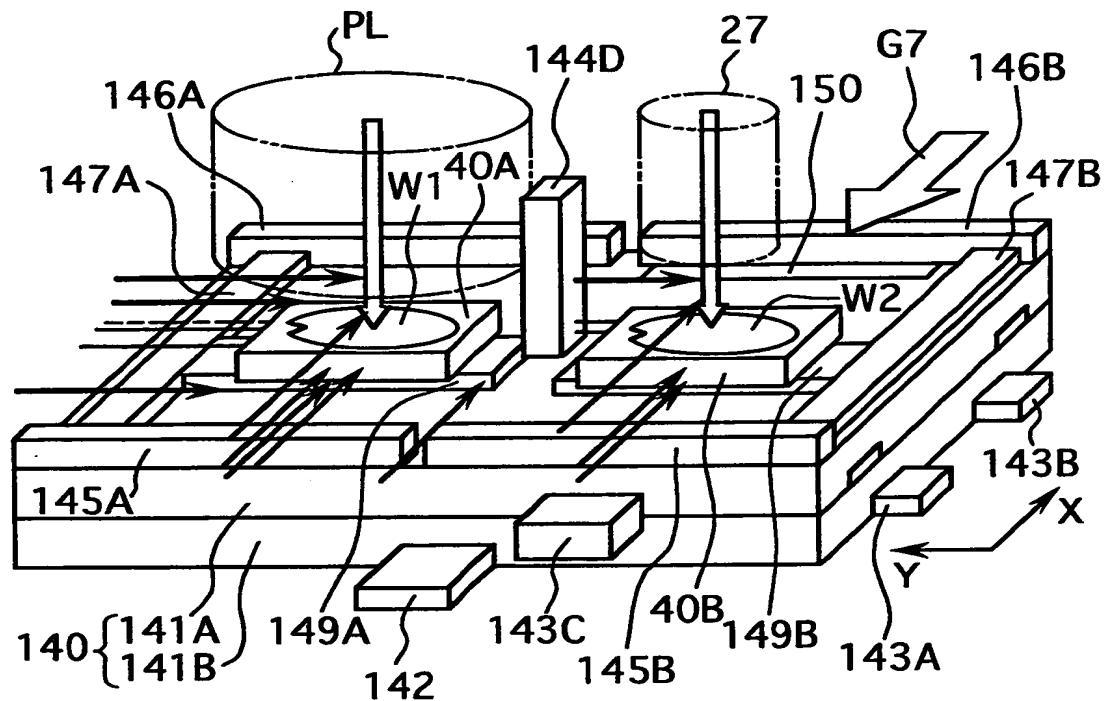
【図17】



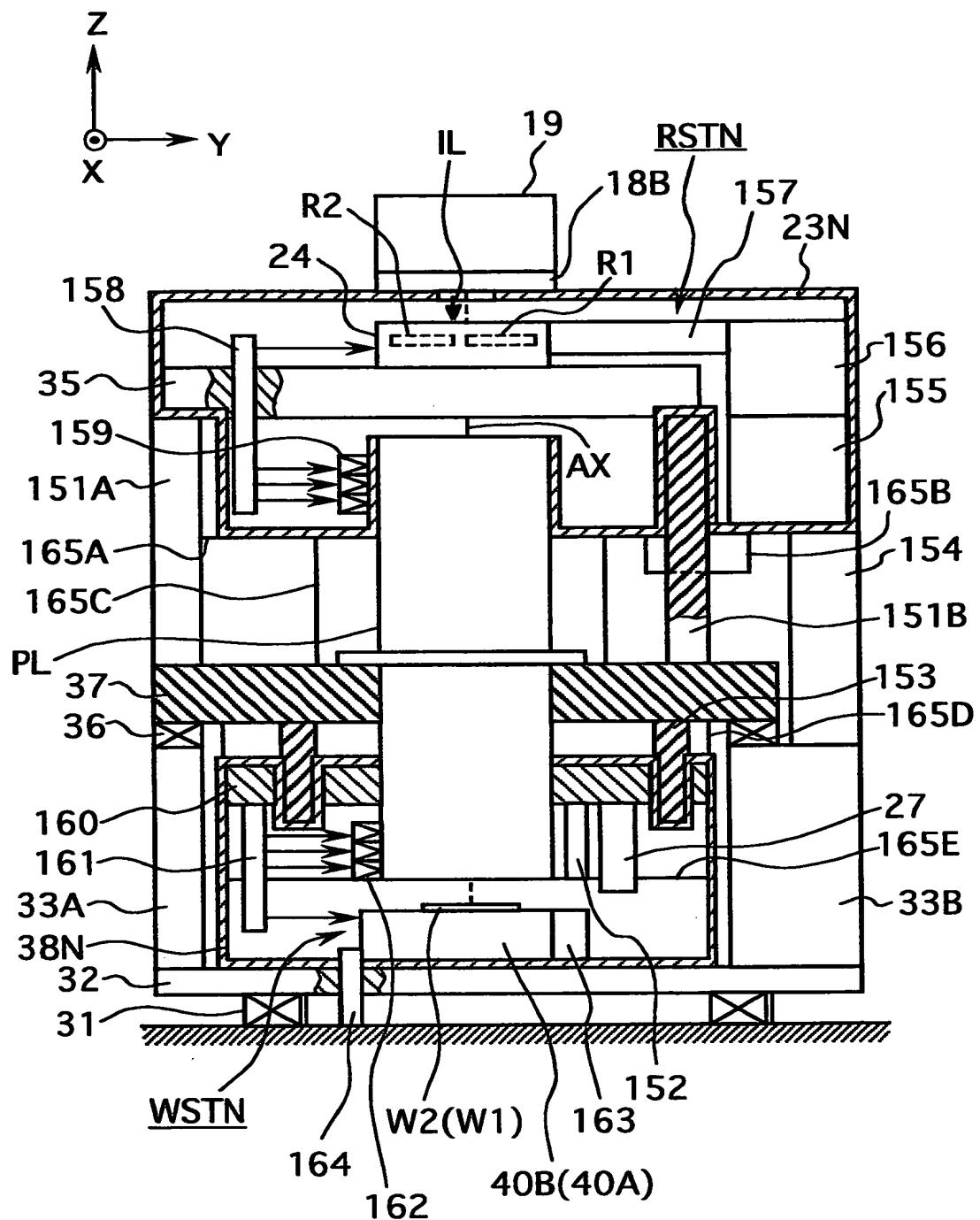
【図18】



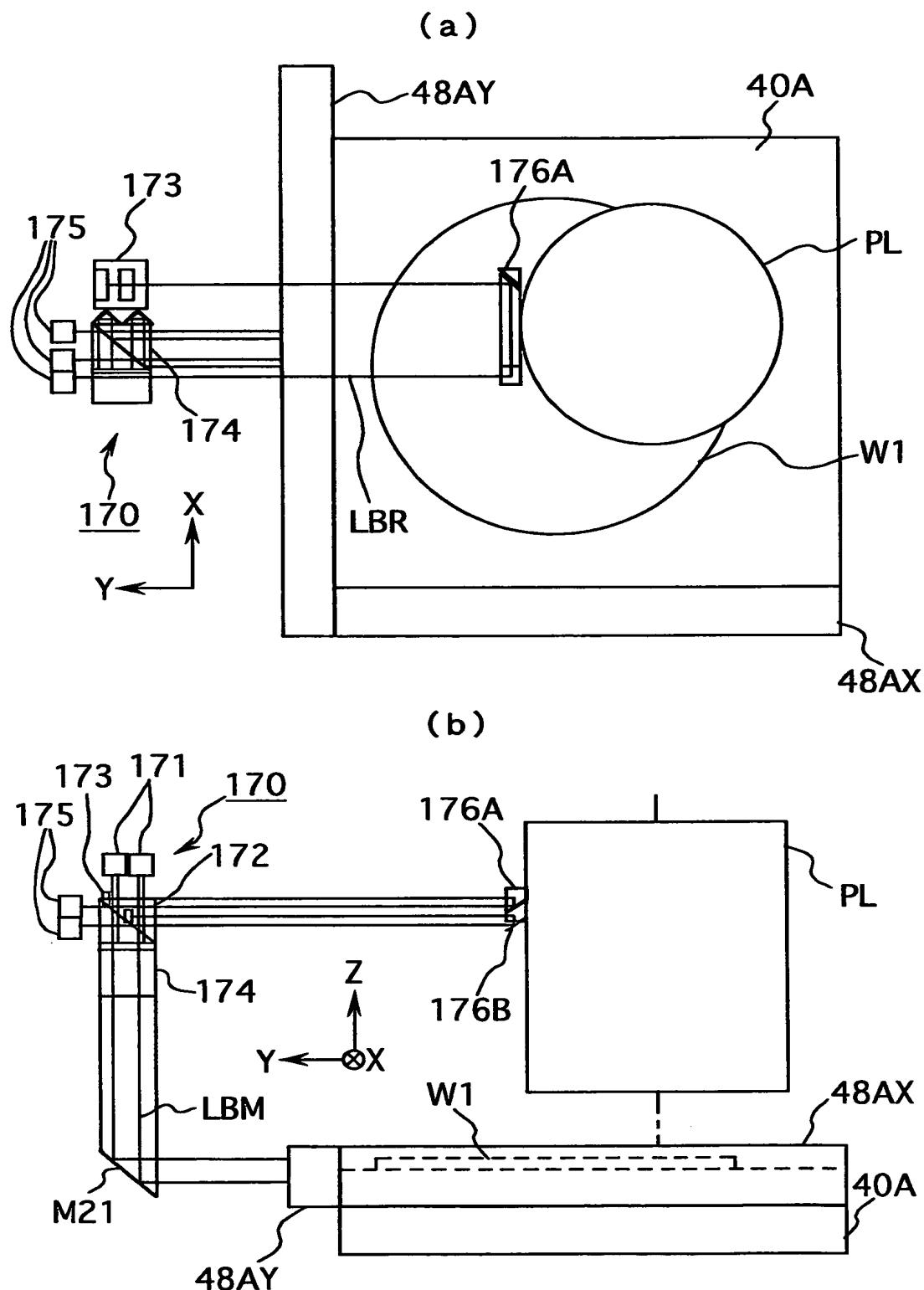
【図19】



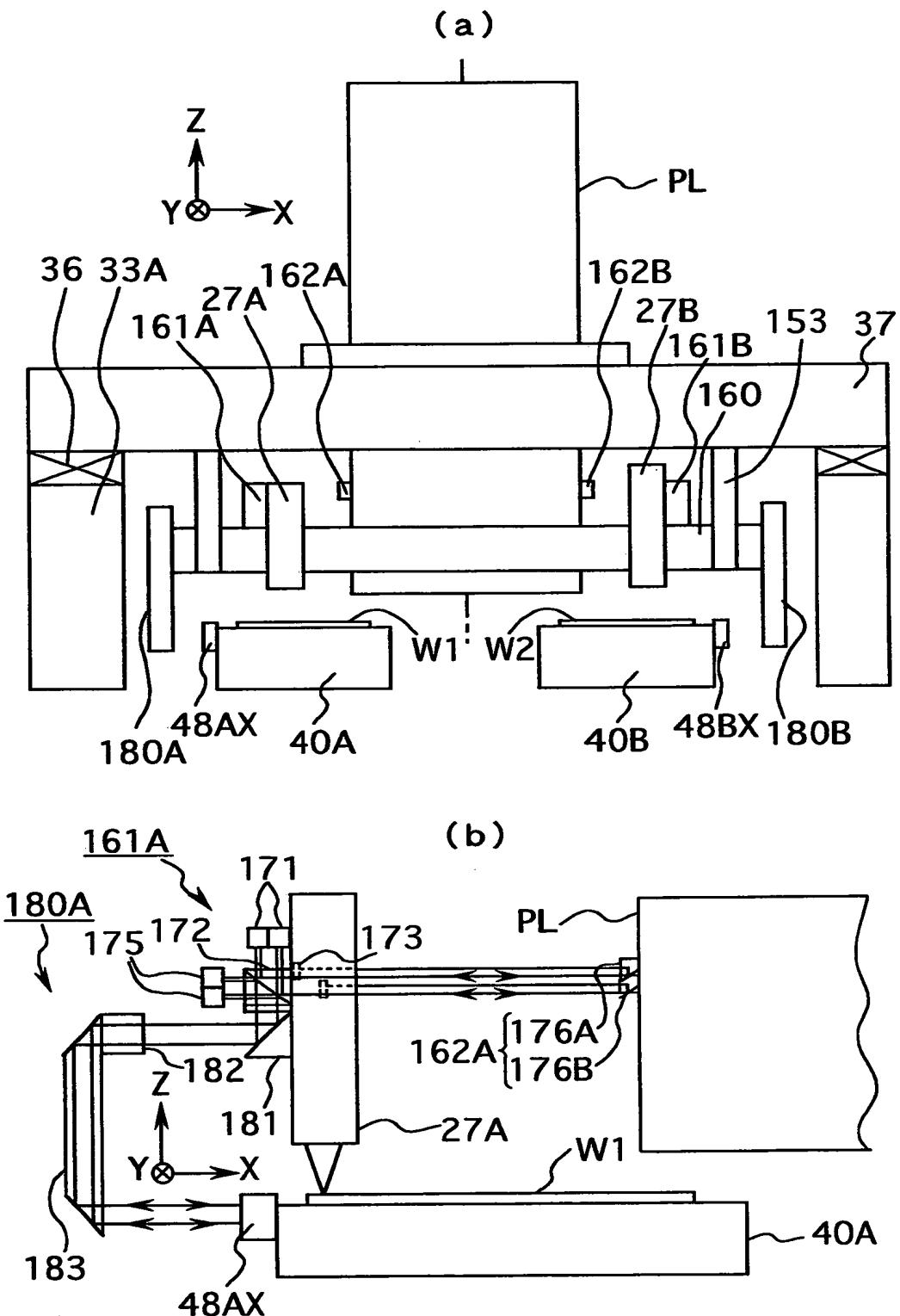
【図20】



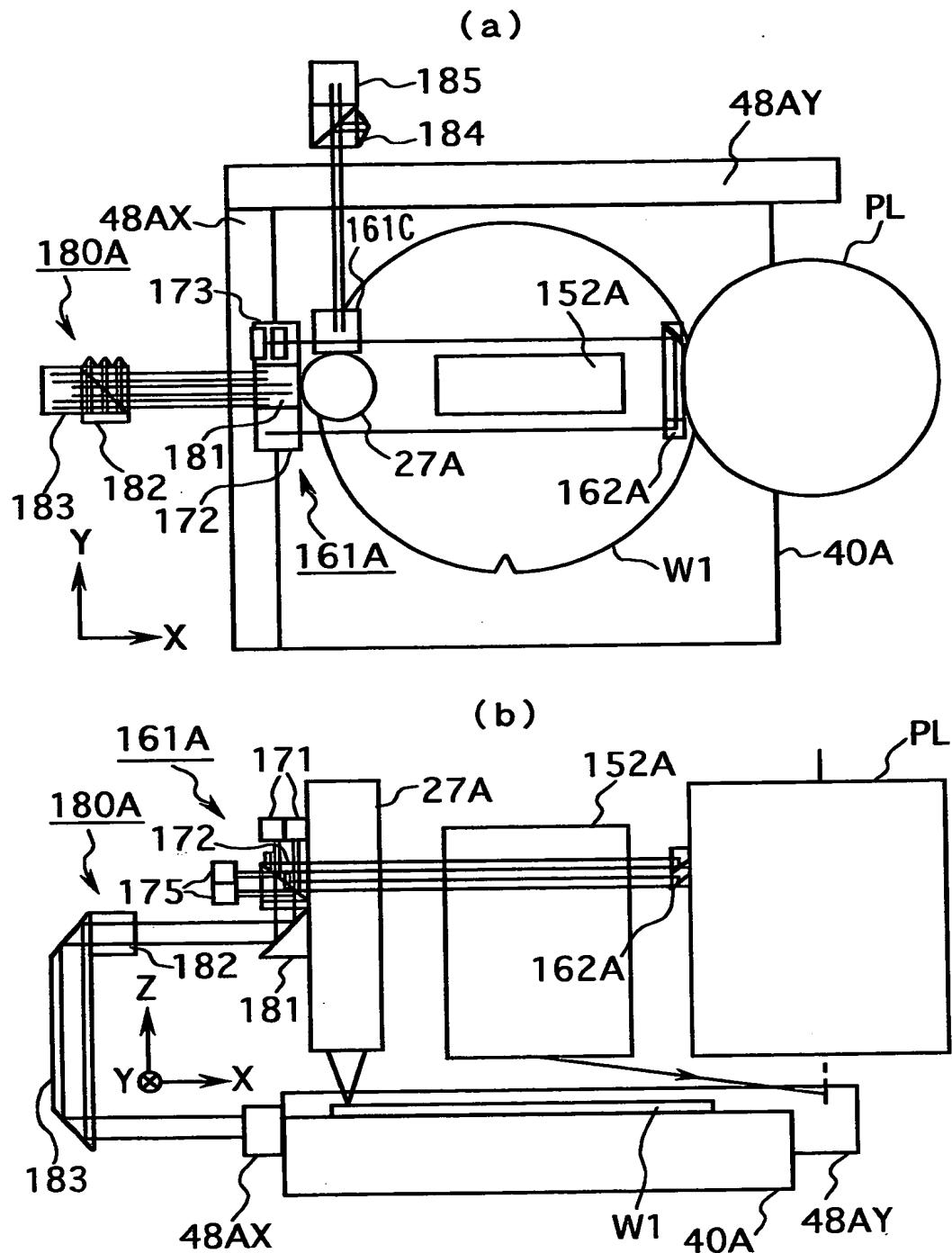
【図21】



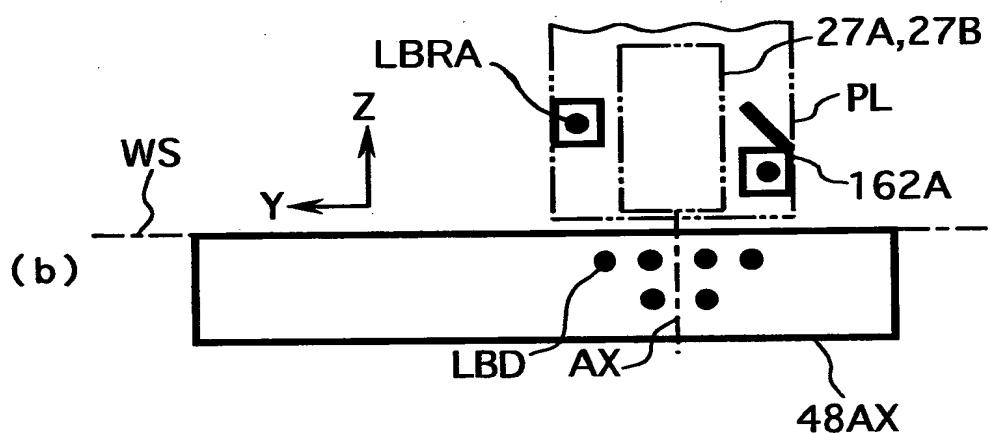
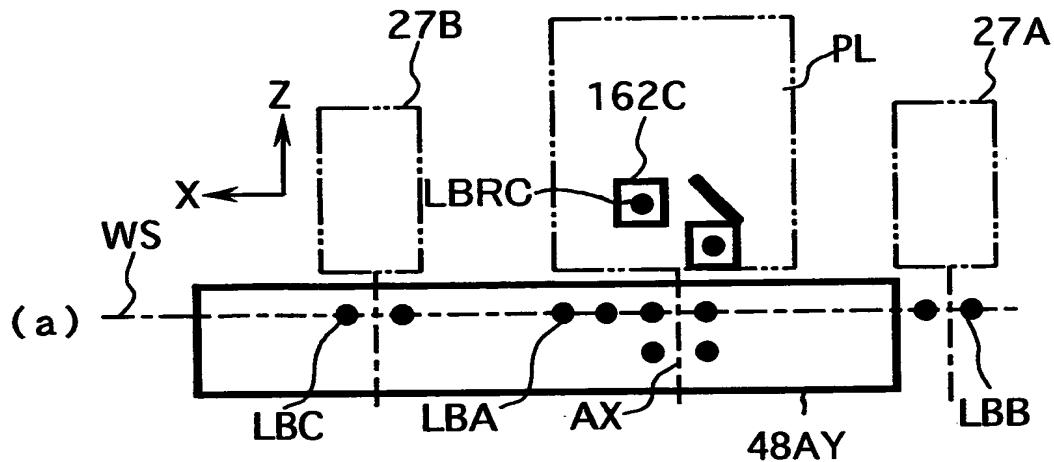
【図22】



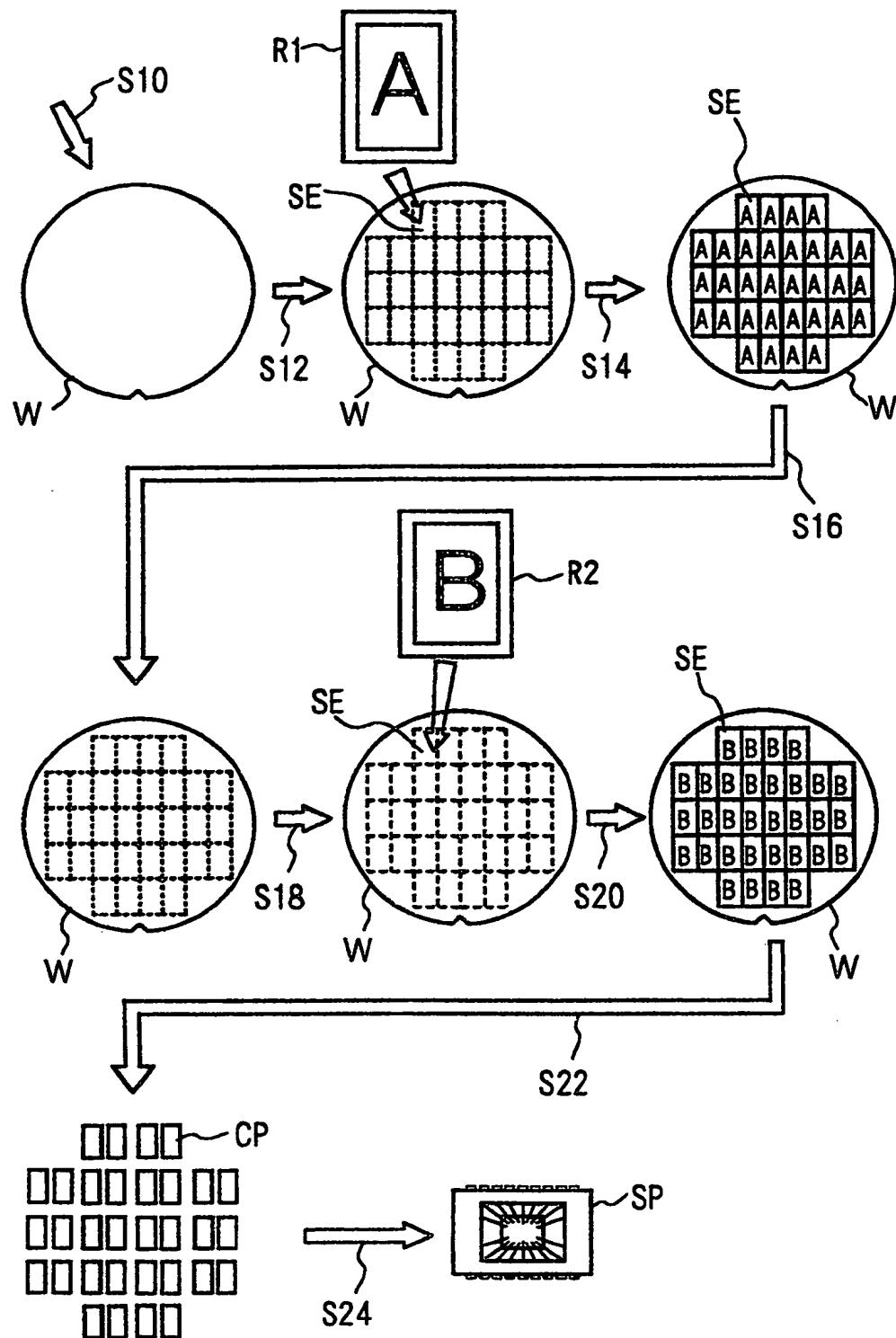
【図23】



【図24】



【図25】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ステージ系等の組立調整を容易に、効率的に行えるようにする。

【解決手段】 ウエハベース39上にウエハステージ40A, 40Bを移動自在に設置してウエハステージ系WSTを構成し、ウエハステージ系WSTをウエハ室38内に収納し、その側面にウエハローダ系WRDA, WRDBが収納されたウエハローダ室70を設置する。位置A4からウエハローダ系WRDAでウエハW1を搬入する際に、搬送途中の位置A3において、撮像素子83A, 84Aの検出結果に基づいて外形基準でウエハW1の位置合わせを行い、ウエハW1をウエハ室38内の位置A1に搬入したときに、再び外形基準でウエハステージ40Aに対するウエハW1の位置合わせ（プリアライメント）を行う。これによって、ウエハ室38をモジュール方式で組み立てた場合にも、ウエハステージ40Aにウエハを正確に受け渡すことができる。

【選択図】 図3

出願人履歴情報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

氏 名 株式会社ニコン